

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektrotechniky

**Zpracování metodiky, směrnic,
pokynů a analýz pro určení rizik**

**Processing methodology guidelines,
instructions and risk analysis to determine**

2019

Bc. Milan Rábek

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektrotechniky

Zadání diplomové práce

Student:

Bc. Milan Rábek

Studijní program:

N2661 Projektování elektrických systémů a technologií

Téma:

Zpracování metodiky směrnic, pokynů a analýz pro určení rizik
Processing methodology guidelines, instructions and risk analysis to
determine

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

Metodika bude studentem zpracována pro potřeby konkrétní organizace dle těchto bodů:

1. Studium problematiky s využitím legislativy a odborné literatury.
2. Stanovení rozsahu požadavků pro střední firmu
3. Rozbor směrnic a pokynů pro stanovení rizik a bezpečnost práce.
4. Návrh variantních metodik a jejich pilotní ověření v provozu, zhodnocení.
5. Zpracování a editace optimální varianty metodiky.

Seznam doporučené odborné literatury:

Zákony č. 65/1965 Sb.; č. 224/2015 Sb.; č. 262/2006 Sb.; č. 309/2006 Sb.; č. 22/1997 Sb.

Směrnice EU 2006/42/ES

NV č. 176/2008 Sb.; č. 378/2001 Sb.

ČSN 33 1500; 33 1600 ed. 2

ČSN EN 60204-1 ed. 2

ČSN EN ISO 1210


další vhodná literatura

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Vítězslav Stýskala, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2018

Datum odevzdání: 30.04.2019


doc. Ing. Vítězslav Stýskala, Ph.D.
vedoucí katedry




prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení Studenta

„Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.“

V Ostravě dne: 29.4.2019

.....
podpis studenta

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Vítězslavu Stýskalovi, Ph. D. za odborné vedení při vytváření této diplomové práce a dále konzultantovi Ing. Michalu Dardovi za odborné podněty.

Abstrakt:

Diplomová práce se věnuje studiu problematiky bezpečnosti práce a optimální metodiky pro určení rizik, a to s ohledem na platnou legislativu a odbornou literaturu. Teoretická část diplomové práce rozebírá smysl zpracování metodik a analýz pro určení rizik. Následně stanovuje rozsah požadavků na určení rizik ve střední firmě a poté vysvětluje podstatu metodik, směrnic a analýz. Praktická část diplomové práce rozebírá platné zákony, nařízení vlády a technické normy, které stanovují požadavky na bezpečnost práce a určení rizik. Na základě těchto požadavků jsou zpracovány návrhy variantních metodik, které byly ověřeny v provozu. Hlavním bodem je zhotovení a editace optimální varianty metodiky pro určení rizik na konkrétním příkladu. Optimalizovaná varianta určení rizik může sloužit jako podklad pro reálná hodnocení rizik v praxi.

Klíčová slova:

Metodika, určení rizik, hodnocení, úroveň vlastností, místní provozní bezpečnostní předpis, riziko, snižování rizika, zbytkové riziko, kvalitativní, semi kvantitativní, kvantitativní.

Abstract:

The diploma thesis is aimed on a study of occupational safety issues and study of optimal methodology for risk assessment issues, with regards to a valid legislation and specialist literature. The theoretical part of the thesis delineate the purpose of methodologies elaboration and risk assessment analysis. Subsequently, it determines the scope of risk assessment requirements in a medium-sized company and then explains the core of methodologies, directives and analyzes. The practical part of the diploma thesis analyzes the valid laws, government regulations and technical standards, which the requirements for occupational safety and risk assessment are set in. According to these requirements the propositions of a variant methodologies verified in operation are prepared. The main point is designing and editing the optimal variant of risk assessment methodology for a specific example. The optimized risk assessment variant can be used as a basis for a real risk assessments in a practice.

Key words:

Methodology, risk assessment, assessment, performance level, local operational safety regulation, risk, risk reduction, residual risk, qualitative, semi quantitative, quantitative.

Obsah

Seznam použitých symbolů a zkratk	9
Seznam ilustrací a seznam tabulek	10
1 Úvod	11
2 Studium problematiky s využitím legislativy a odborné literatury.	13
2.1 Obecná bezpečnost výrobků	13
2.2 Stanovený výrobek	14
2.3 Posouzení shody	14
2.3.1 Postup posuzování shody	15
2.4 Bližší požadavky na provoz	16
2.5 Místní provozní bezpečnostní předpis	17
2.6 Požadavky na pracoviště a pracovní prostředí	18
3 Stanovení rozsahu požadavků pro střední firmu	19
3.1 Proces prevence rizik	20
4 Rozbor směrnic a pokynů pro stanovení rizik a bezpečnost práce.	21
4.1 Rozbor vybraných technických norem	21
4.1.1 ČSN EN ISO 12100	21
4.1.2 ČSN EN ISO 13849-1	24
4.1.3 ČSN EN 61508-5	32
5 Návrh variantních metodik a jejich pilotní ověření v provozu, zhodnocení.	34
5.1 Kvalitativní hodnocení rizik	37
5.1.1 Určení sledovaného systému	37
5.1.2 Identifikace možného nebezpečí	38
5.1.3 Ocenění nalezených nebezpečných situací	38
5.1.4 Ohodnocení nalezených nebezpečných situací	39
5.1.5 Návrh opatření k odstranění či omezení rizik	40
5.1.6 Pravidelné hodnocení rizik	41
5.1.7 Zavedení opatření pro snížení a eliminaci zjištěných rizik	42
5.2 Semi kvantitativní hodnocení rizik	42
5.2.1 Úroveň pravděpodobnosti vzniku	42
5.2.2 Úroveň dopadu	43

5.2.3	Úroveň expozice.....	44
5.2.4	Matrice rizik	44
5.2.5	Vymezení rizikové pozice systému	45
5.3	Zhodnocení přínosu jednotlivých metodik.....	45
6	Zpracování a editace optimální varianty metodiky.	47
6.1	Příklad využití kvalitativní metody pro hodnocení rizik.....	47
6.1.1	Postup hodnocení rizik	48
7	Závěr	54
	Literatura	56
	Seznam příloh.....	57

Seznam použitých symbolů a zkratk

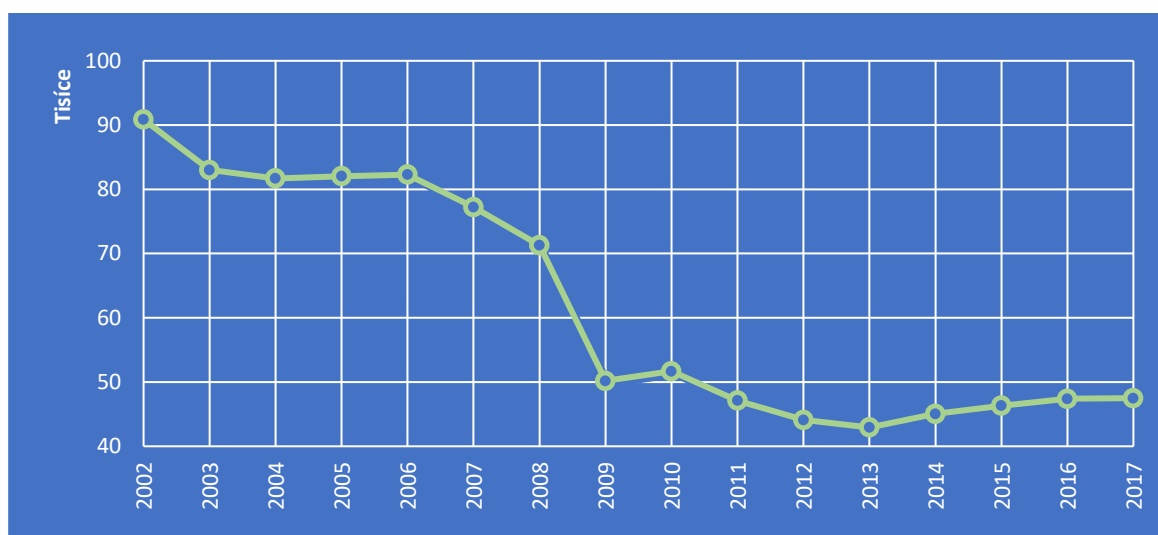
CE	Comunidad Europea
ES	Evropské společenství
EU	Evropská unie
MPBP	Místní provozní bezpečnostní předpis
OOPP	Osobní ochranné pracovní pomůcky
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
NV	Nařízení vlády
ČOI	Česká obchodní inspekce
PL	Performance level
PL_r	Required performance level
CCF	Common cause failure
MTTFd	Mean time to dangerous failure
DC	Diagnostic coverage
SRP/CS	Safety related parts of control systems
E/E/PE	Elektrický / elektronický / programovatelný elektronický
EUC	Equipment under control
I	Vstupní část snímající bezpečnostní situaci
L	Logika zajišťující zpracování a vyhodnocení bezpečnostní situace
O	Výstupní silová část vykonávající řešení bezpečnostní situace
i_m	Propojení jednotlivých prvků
M	Monitorování
TE	Zkušební zařízení
OTE	Výstup zkušebního zařízení

Seznam ilustrací a seznam tabulek

Obr. 1.1 Vývoj počtu pracovních úrazů v období let 2002 - 2017 v ČR; zdroj: [13].....	11
Obr. 1.2 Vývoj počtu smrtelných úrazů v období let 2002 - 2017 v ČR; zdroj: [13].....	12
Obr. 4.1 Kombinace bezpečnostních částí ovládacích systémů; zdroj: [7]	25
Obr. 4.2 Architektura kategorie B; zdroj: [7]	26
Obr. 4.3 Architektura kategorie 1; zdroj: [7]	27
Obr. 4.4 Architektura kategorie 2; zdroj: [7]	28
Obr. 4.5 Architektura kategorie 3; zdroj: [7]	29
Obr. 4.6 Architektura kategorie 4; zdroj: [7]	30
Obr. 4.7 Posloupnost požadované úrovně vlastností PLr pro bezpečnostní funkci; zdroj: [8]	31
Obr. 4.8 Model ALARP; zdroj: [10]	33
Obr. 5.1 Pojetí rizika a integrity bezpečnosti; zdroj: [10]	34
Obr. 5.2 Blokové schéma snížení rizika; zdroj: [11]	41
Obr. 6.1 Pracovní stanice s transferovým systémem.....	47
Obr. 6.2 Prostor dopravníku s kluznými řemeny	48
Obr. 6.3 Prostor rozváděčů a motoru	48
Obr. 6.4 Prostor montážního přípravky a fixního čtecího zařízení	49
Tab. 2.1 Specifická strojní zařízení	16
Tab. 3.1 Příklad protokolu hodnocení rizik ve střední firmě	20
Tab. 4.1 Technické normy určující bezpečnostní požadavky	21
Tab. 4.2 Definice úrovně vlastností PL; zdroj [7]	25
Tab. 4.3 Parametry pro odhad rizika; zdroj [7]	30
Tab. 5.1 Identifikace rizik	37
Tab. 5.2 Třída závažnosti Z.....	38
Tab. 5.3 Třída pravděpodobnosti P	39
Tab. 5.4 Třída rizika R	39
Tab. 5.5 Matice rizik	40
Tab. 5.6 Úroveň pravděpodobnosti vzniku P	43
Tab. 5.7 Úroveň dopadu D	43
Tab. 5.8 Úroveň expozice	44
Tab. 5.9 Třída rizika R	44
Tab. 5.10 Matice rizik	45
Tab. 6.1 Identifikace rizik	49
Tab. 6.2 Třída četnosti a doby vystavení Č	50
Tab. 6.3 Třída možnosti vyloučení M	50
Tab. 6.4 Ocenění nalezených nebezpečných situací č. 1 – krok 1	51
Tab. 6.5 Návrh opatření k odstranění či omezení rizika č. 1 – krok 2	52
Tab. 6.6 Návrh opatření k odstranění či omezení rizika č. 1 – krok 3	52
Tab. 6.7 Návrh opatření k odstranění či omezení rizika č. 1 – krok 4	52

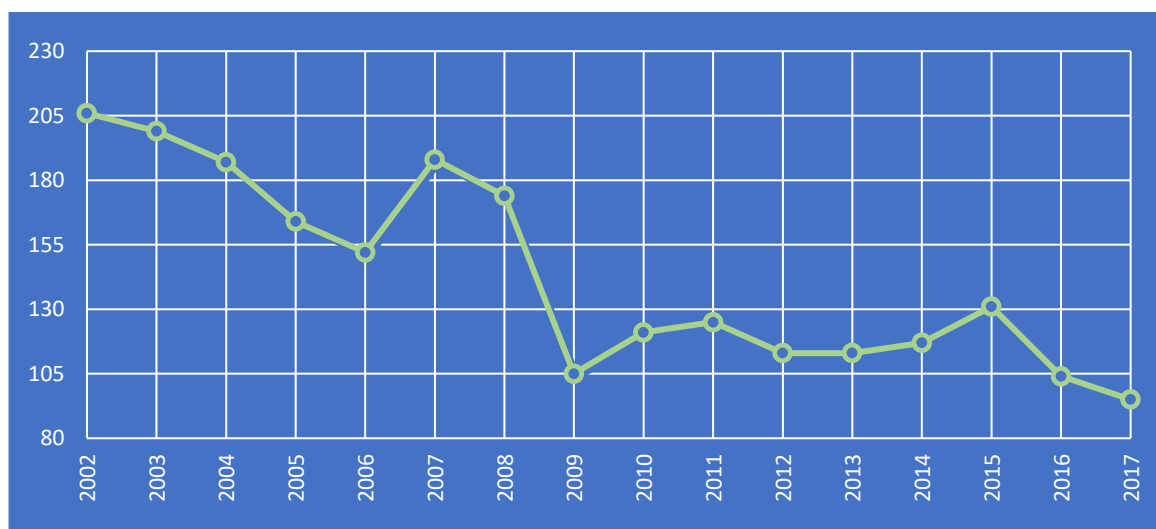
1 Úvod

Vývoj v oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci se v posledních dekáдах začal značně rozvíjet. Rozvoj způsobil především fakt stále častější nasazení automatizované technologie ve výrobním prostředí, které má za následek další rozmach technologií. Vliv nárůstu automatizované technologie, při které ubývá potřeby lidské obsluhy ve výrobě, ale nemá za následek snižování zaměstnanosti. Obsluha je v současné době využívána častěji pro údržbu a dohled této technologie. Vzniká tak snaha o snížení pracovních úrazů pod akceptovatelnou mez tzv. zbytkového rizika. Zbytkové riziko je pojem označující riziko, které zůstává po přijetí ochranných opatření. Na obr. 1.1 Vývoj počtu pracovních úrazů v období let 2002 – 2017 v ČR; zdroj: [13] lze pozorovat rapidní snížení počtu pracovních úrazů od roku 2009. Tento kladný propad se dá vysvětlit za prvé světovou hospodářskou krizí, jež měla za následek obecné snížení počtu pracovních míst a za druhé vývojem technologie a právních nařízení zvyšujících bezpečnost práce.



Obr. 1.1 Vývoj počtu pracovních úrazů v období let 2002 - 2017 v ČR; zdroj: [13]

Důležitou statistickou podmnožinou obecných pracovních úrazů jsou smrtelné pracovní úrazy jejichž vývoj je uveden na obr. 1.2 Vývoj počtu smrtelných úrazů v období let 2002 – 2017 v ČR; zdroj: [13]. Počet smrtelných úrazů koreluje s hodnotami obecných pracovních úrazů a takřka soustavně kopíruje jejich průběh.



Obr. 1.2 Vývoj počtu smrtelných úrazů v období let 2002 - 2017 v ČR; zdroj: [13]

Diplomová práce se věnuje studiu problematiky bezpečnosti práce a optimální metodiky pro určení rizik, a to s ohledem na platnou legislativu a odbornou literaturu. V kapitole 2 Studium problematiky s využitím legislativy a odborné literatury, která následuje po úvodu je studium problematiky teoreticky rozebráno v přímé návaznosti na aktuální legislativu v oblasti bezpečnosti práce, požadavků na bezpečnost provozu, pracoviště atd. Pro určení rizik je potřeba vzít v úvahu celou řadu zákonů, nařízení vlád a technických norem platných v České republice. Nedílnou součástí návrhu funkční bezpečnosti technologie jako takové je nutnost dbát na aktuální doporučení vývojářů technologií pro zajištění bezpečnosti. V následující kapitole je stanoven rozsah konkrétních požadavků na určení rizik ve střední firmě. Jedná se o stanovení rizik při práci na výrobě a montáži jednoúčelových strojů, montážních linek a elektro rozváděčů. Dále se jedná o požadavky na samotný návrh funkční bezpečnosti strojů, aby tyto byli bezpečné z pohledu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na strojím zařízení. Pro určení rizik, bezpečnosti a ochrany zdraví při práci je nutné pracovat s náležitouází směrnic a technických norem, které jsou rozebrány v kapitole 4 Rozbor směrnic a pokynů pro stanovení rizik a bezpečnost práce. Po této kapitole následuje hlavní část diplomové práce sestávající z návrhu variantních metodik. Zde jsou uvedeny základní přístupy k určení rizik a jejich zpracování. V kapitole 6 zpracování a editace optimální varianty metodiky je uveden a názorně okomentován typový příklad určení rizik vybranou metodou. V závěru práce jsou rozebrány dosažené výsledky a popsány možnosti využití metody pro určení rizik a bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

2 Studium problematiky s využitím legislativy a odborné literatury.

Pro pochopení a následnou aplikaci rozsáhlé problematiky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci je nutné čerpat mnoho informací z platné legislativy, technických norem České republiky nebo Evropské unie a v neposlední řadě odborné literatury. Vytvoření metodických pokynů pro určení rizik nelze dosáhnout bez důkladného studia následujících materiálů.

Jedním ze základních zákonů zabývajících se především technickými předpisy, bezpečností a požadavky je zákon č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů (dále jen „z. č. 22“). Na tento zákon se odkazují další zákony a nařízení vlády, které upravují a rozšiřují základní požadavky na výrobu, údržbu a provoz technologických zařízení. Z. č. 22 definuje: co je to výrobek, jak se uvádí na trh, jaké jsou minimální technické požadavky, způsob posouzení shody aj. Dle §12 odstavce (1) písmene a) z. č. 22: *výrobky, které představují zvýšenou míru ohrožení oprávněného zájmu a u kterých proto musí být posouzena shoda. (dále jen "stanovené výrobky")*. [1] je nutné pro stanovené výrobky uváděné na trh na území České republiky potažmo Evropské unie vyhotovit tzv. EU prohlášení o shodě.

EU prohlášení o shodě je písemně dokumentované prohlášení výrobce, který tímto deklaruje splnění technických požadavků a předpisů platných ve vnitřním trhu Evropské unie. Postup pro posouzení shody je stanoven z. č. 22. a nařízením vlády č. 176/2008 Sb. o technických požadavcích na strojní zařízení (dále jen „NV č. 176“). Tento postup odpovídá jednotné směrnici Evropského parlamentu 2006/42/ES o strojních zařízeních. Každý stanovený výrobek musí být označen značkou CE, která je definována příslušnou směrnicí.

2.1 Obecná bezpečnost výrobků

Obecnou bezpečnost výrobků upravuje zákon č. 102/2001 Sb. o obecné bezpečnosti výrobků a o změně některých zákonů (dále jen „z. č. 102“).

Z. č. 102 je využíván pro posouzení bezpečnosti výrobků nebo pro omezení rizik spojených s provozem těchto výrobků, pokud nejsou stanoveny příslušné požadavky v z. č. 22. nebo příslušných nařízení vlády. Dozor nad uváděním výrobků na trh provádí příslušné složky ČOI, resp. orgány dozoru, které jsou oprávněny provádět kontroly výrobků uváděných na trh z pohledu jejich bezpečnosti. [2]

2.2 Stanovený výrobek

Stanovené výrobky definuje §1 NV č. 176. Stanovený výrobek je ten, jež splňuje především některý z těchto bodů:

- a) strojní zařízení,*
- b) vyměnitelná přídavná zařízení,*
- c) bezpečnostní součásti,*
- d) příslušenství pro zdvihání,*
- e) řetězy, lana a popruhy,*
- f) odnímatelná mechanická převodová zařízení,*
- g) neúplná strojní zařízení.*

[3]

2.3 Posouzení shody

Podmínky pro posouzení shody jednotlivých skupin stanovených výrobků jsou různé. Závisí zejména na míře složitosti a teoretického nebezpečí, které mohou jednotlivé stanovené výrobky způsobit. Postupy a úkony, které musí být splněny pro uvedení stanovených výrobků na vnitřní trh Evropské unie jsou velmi rozličné. Postupy a úkony posouzení shody se body a) až j) §12 z. č. 22 mohou shrnout do následujících tezí.

Postup dle pokynů výrobce či dovozce stanovených výrobků. Výrobek dle §1 NV č. 176 se stává stanoveným až na vnitřním trhu Evropské unie, proto výrobci mimo území Evropské unie nemusí nutně vydávat EU prohlášení o shodě. Tato povinnost poté přechází na původního dovozce výrobků. Dovozece poté musí zajistit vyhotovení EU prohlášení o shodě a může určit konkrétní postupy, resp. prohlášení vyhotovit sám. Posouzení shody prototypu pro následnou výrobu může provádět autorizovaná osoba autorizovaná podle příslušných nařízení. Ta zkouší specifické vlastnosti či kontroluje stanovené požadavky na výrobky.

Na stanovené výrobky má také jistý vliv systém jakosti výrobků a výroby v daném podniku. Na systém dohlíží autorizovaná osoba a provádí dohled nad jeho dodržováním. Shodu výrobků lze také ověřit kontrolou výrobku s jiným certifikovaným typem anebo se stanovenými požadavky na každém výrobku či vybraném vzorku dle statistických pravidel kontroly shody. Do systému posouzení shody se také vkládá posouzení činností souvisejících s výrobou. Dle §13 z. č. 22 musí výrobce případně dodavatel uchovávat a na vyžádání poskytnout orgánu dozoru EU prohlášení o shodě. Doklady o posouzení shody je výrobce či dodavatel povinen uchovávat 10 let od ukončení výroby, dovozu nebo uvádění výrobku na trh.

[1]

2.3.1 Postup posuzování shody

Dle §5 NV č. 176 se postupy posuzování shody stanovených výrobků dělí do tří kategorií podle typu strojního zařízení.

Kategorie 1

Posouzení shody strojních zařízení neuvedených v tab. 2.1 Specifická strojní zařízení se provádí:

Interním řízením výroby podle vypracované technické dokumentace konstrukční řady, která splňuje požadavky v rozsahu nezbytném pro posouzení.

Kategorie 2

Posouzení shody strojních zařízení uvedených v tab. 2.1 Specifická strojní zařízení, která jsou vyrobená podle harmonizovaných norem a také zahrnují požadavky na ochranu zdraví a bezpečnosti se provádí:

- a) Interním řízením výroby podle vypracované technické dokumentace konstrukční řady, která splňuje požadavky v rozsahu nezbytném pro posouzení.
- b) ES přezkoušením typu tzn. notifikovanou osobou zjišťující, zda strojní zařízení splňuje požadavky a interním řízením výroby podle vypracované technické dokumentace konstrukční řady, která splňuje požadavky v rozsahu nezbytném pro posouzení.
- c) Komplexním zabezpečením jakosti notifikovanou osobou, která schvaluje systém zabezpečení.

Kategorie 3

Posouzení shody strojních zařízení uvedených v tab. 2.1 Specifická strojní zařízení, která jsou vyrobená podle harmonizovaných norem jen částečně nebo vůbec a také nezahrnují požadavky na ochranu zdraví a bezpečnosti se provádí:

- a) ES přezkoušením typu tzn. notifikovanou osobou zjišťující, zda strojní zařízení splňuje požadavky a interním řízením výroby podle vypracované technické dokumentace konstrukční řady, která splňuje požadavky v rozsahu nezbytném pro posouzení.
- b) Komplexním zabezpečením jakosti notifikovanou osobou, která schvaluje systém zabezpečení.

Specifická strojní zařízení

Jsou zařízení takového typu, u nichž musí být uplatněn jeden z postupů uvedených v kategoriích 2 a 3. V tab. 2.1 Specifická strojní zařízení je uveden výčet hlavních představitelů. Kompletní přehled těchto zařízení je uveden v příloze č. 4 k NV č. 176.

Tab. 2.1 Specifická strojní zařízení

Pily	- s ručním posuvem obrobku - se strojním posuvem obrobku - s ručním posuvem stolu
Frézky	- srovnávací - s ručním posuvem
Lisy	- ohraňovací, pro zpracování kovů - vstřikovací lisy na plast - vstřikovací lisy na pryž
Lokomotivy	- řízené vozy - brzdné vozy
Zdvihací zařízení	- osob - osob a nákladů
Ochranné konstrukce	- při převrácení - proti padajícím předmětům
Ochranná zařízení pro zjištění přítomnosti osob	
Logické jednotky zajišťující bezpečnostní funkce	

[3]

2.4 Bližší požadavky na provoz

Bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů definuje nařízení vlády č. 378/2001 Sb., který se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí (dále jen „NV č. 378“).

Vymezení pojmů

Používáním zařízení se rozumí činnosti spojené se

- spouštěním,
- zastavováním,
- seřizováním,
- manipulací,
- údržbou
- a dalšími činnostmi souvisejícími s ovládáním zařízení.

- Nebezpečný prostor je prostor uvnitř i vně zařízení, kde obsluze hrozí nebezpečí či úraz
- Ochranné zařízení je zařízení, které mechanicky, elektricky či elektronicky slouží k ochraně života a zdraví zaměstnanců.
- Obsluhou je označována osoba vykonávající práci na stroji a je k této činnosti oprávněna

Minimální požadavky na bezpečný provoz a také pravidla používání zařízení s ohledem na rizika, která taková zařízení vytvářejí uvádí §3 odstavec (1) NV č. 378.

Zařízení se mohou používat pouze k účelům a za podmínek, pro která jsou určena provozní dokumentací. Ovládací prvky, které mohou ovlivnit bezpečnost provozu zařízení by měly být umístěny mimo nebezpečné prostory. V případech, kdy takový požadavek nelze zajistit např. z technických důvodů, nesmí dojít jejich ovládáním ke vzniku nebezpečných situací. Vybavení ovládacích prvků nouzového zastavení musí zablokovat spouštěcí ovládací prvky a vypnout přívody energií k pohonům ovládaného zařízení. Odstavec (2) téhož paragrafu uvádí nutnost oprav, seřizování a údržby jen při odpojených přívodech energií. Není-li toto technicky možné zabezpečit, musí být provedena vhodná ochranná opatření.

2.5 Místní provozní bezpečnostní předpis

Na základě požadavků §4 NV č. 378 se provádí kontrola bezpečnosti provozu zařízení před uvedením do provozu podle průvodní dokumentace dodané výrobcem. Z §4 odstavec (1) tohoto nařízení vyplývá, že pokud k zařízení není dodána průvodní dokumentace ani jiné bezpečnostní předpisy, stanoví rozsah kontroly zařízení před jeho uvedením do provozu místním provozním bezpečnostním předpisem (dále jen „MPBP“).

MPBP je předpis, který stanoví systém bezpečné práce a podmínky práce na základě vyhodnocení rizik vyskytujících se v provozovně případně na konkrétním pracovišti. Tento předpis vypracuje zaměstnavatel.

Povinný obsah MPBP:

- oprávnění zaměstnanci, kteří mohou používat zařízení
- termín a způsob provedení kontroly zařízení
- technologický postup používání zařízení
- zakázané úkony se zařízením
- opatření k zabezpečení bezpečnosti práce při zjištění výskytu nebezpečných látek [4]

2.6 Požadavky na pracoviště a pracovní prostředí

Požadavky na pracoviště definuje nařízení vlády č. 101/2005 Sb. o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí (dále jen „NV č. 101“). Podrobnějšími požadavky se rozumí sada podmínek a povinností týkající se údržby, typu prostředí, prostorového uspořádání pracoviště, bezpečnostních opatření, organizačních činností aj. Výjimku z NV č. 101 tvoří pracoviště ve smyslu dopravních prostředků, báňské činnosti a činnosti stanovené zvláštními právními předpisy. Na tato pracoviště a činnosti se NV č. 101 nevztahuje.

Pro uvedení pracoviště do provozu je nutné zajistit odpovídající prostorové uspořádání pracoviště takovým způsobem, aby zaměstnanci či osoby pohybující se na pracovišti byli chráněni před působením nežádoucích vlivů vznikajících z technologických procesů nebo výrobního postupu. Každé pracoviště musí mít jmenovitě ustanovenou osobu odpovídající za bezpečný provoz a údržbu pracoviště. Musí být zajištěna blokáce nebezpečného a nežádoucího pohybu technického vybavení pracoviště z důvodů ohrožení a nebezpečí úrazu na pracovišti.

3 Stanovení rozsahu požadavků pro střední firmu

Požadavky na řízení rizik ve firmách jsou velmi různorodé, základní požadavek je však stejný. Základní kritérium pro konkrétní požadavky definuje samá podstata firmy. Firmy neboli podniky se dělí na čtyři skupiny: mikro, malé, střední a velké. Tato diplomové práce se věnuje rozsahu požadavků pro střední firmu.

Střední firma je právní subjekt, který vykonává hospodářskou činnost a splňuje parametry Úředního věstníku Evropské unie L187 přílohy I – Definice malých a středních podniků. Střední firmou se rozumí společnost zaměstnávající maximálně 250 osob a její roční obrat nepřesáhne 50 000 000 EUR případně její bilanční suma roční rozvahy nepřesahuje 43 000 000 EUR. [5]

Požadavky střední firmy

Požadavky na firmu středního rozsahu jejíž pole působnosti se pohybuje v oblasti průmyslové automatizace, výroby jednoúčelových strojů, elektro rozváděčů a elektro montážních prací na řízení rizik vyplývají z obecných požadavků na bezpečný provoz a používání strojů/nástrojů dle místních předpisů. Jedná se především o místní předpis bezpečnosti a ochrany zdraví při práci – BOZP a také protokoly s hodnocením rizik. Hodnocení rizik je nutné zpracovat pro každou pracovní činnost a prostor, ve kterém se činnost provádí. Specifickým bodem hodnocení rizik vyplývajícím z provozu je hodnocení rizik pro různé skupiny zaměstnanců, resp. uživatelů technologie na pracovišti. Z toho důvodu je zapotřebí vytvořit protokoly s hodnocením rizik i pro jednotlivé skupiny osob, které mohou být vystaveny různým nebezpečím dle vykonávané činnosti.

Odpovědnost za rizika

Ve střední firmě je nutné stanovit odpovědnou osobu za řízení rizik a osobu zajišťující realizaci eliminace rizik. Řízení rizik musí být v kompetenci bezpečnostního technika, resp. osoby spravující provoz firmy. Tato osoba odpovídá za vedení pověřených zaměstnanců a zajišťuje jejich informovanost a školení v oblasti BOZP. Dále poskytuje vedoucímu pracovníkovi ucelené odborné poradenství k procesu prevence a realizace rizik. Osoba vedoucího pracovníka odpovídá za činnosti realizace řízení rizik ve smyslu jejich odstraňování a eliminace na základě: seznamu rizik zpracovaného osobou bezpečnostního technika, seznamu pověřených zaměstnanců a kontrolou těchto činností. Úlohou pověřených zaměstnanců ve smyslu řízení rizik je spolupráce s bezpečnostním technikem na identifikaci a hodnocení rizik na pracovišti, informovat o změnách technologie a stavu pracovních strojů.

Při procesu řízení rizik musí mít každá taková firma definována opatření identifikovaných rizik, což v praxi znamená seznam přijatých opatření, pomocí kterých dochází ke snížení rizika poškození zdraví a jeho udržení na přijatelné úrovni.

3.1 Proces prevence rizik

Proces prevence rizik je neustálým procesem identifikace a hodnocení pracovních prostorů, strojů a způsobu práce na strojích, případně manipulací s těmito prvky. Revize identifikovaných rizik se provádí jednou ročně, dále při každé změně technologie, zařízení a v případě poškození zdraví vlivem úrazu na pracovním stroji či pohybu v pracovním prostoru.

Na základě tab. 3.1 Příklad protokolu hodnocení rizik ve střední firmě jsou patrné tři vlivy, na kterých závisí výsledné hodnocení rizik. Do hlavních vlivů jako je pravděpodobnost a závažnost se často vkládá také názor hodnotitele na identifikované nebezpečí, který koriguje výsledné hodnocení dle zkušeností z provozu.

Tab. 3.1 Příklad protokolu hodnocení rizik ve střední firmě

DATUM:													
MÍSTO A LOKALITA:		Výroba rozváděčů											
Posouzení provedl:	Podpis:	O = osoby v ohrožení:		P = četnost / pravděpodobnost			N = závažnost			H = názor hodnotitele			
				Nahodilá		1	Poranění bez prac. neschopnosti		1	Zanedbatelný vliv na nebezpečí		1	
HLAVNÍ ČINNOST / SITUACE:				Nepravděpodobná		2	Absenční úraz (prac. neschopnost)		2	Malý vliv na nebezpečí a ohrožení		2	
		Zaměstnanec	Z	Pravděpodobná		3	Vážnější úraz s hospitalizací		3	Větší, nezanedbatelný vliv na nebezpečí		3	
Výroba rozváděčů, montážní a servisní práce, zdvihací zařízení		Dodavatel		D	Velmi pravděpodobná		4	Těžký úraz s trvalými následky		4	Velký a významný vliv na nebezpečí		4
		Veřejnost		V	Trvalá		5	Smrtelný úraz		5	Více významných vlivů na nebezpečí		5
č.:	Činnost/ místo, nástroje	Zjištěné nebezpečí		O	P	N	H	Hodnocení rizika $R = P \cdot N \cdot H$	Opatření k nápravě	P	N	H	Zbývající riziko $R = P \cdot N \cdot H$
1	Výroba el. rozváděčů, el. instalace strojů	Úrazy následkem zasažení pracovníků el. proudem při práci vykonávající v blízkosti el. zařízení, ev. práce pod napětím, zpravidla dotyk na nekryté, či jinak nezajištěné živé části el. zařízení, úlek příprůchodu el. proudu		Z,D,V	3	3	2	18	Vyloučení činností, při nichž by se pracovník vykonávající práce v blízkosti el. zařízení, dostal do styku s živými částmi pod napětím	2	2	1	4

4 Rozbor směrnic a pokynů pro stanovení rizik a bezpečnost práce.

Stanovení rizik a bezpečnost práce je komplexní odborná činnost sestávající z nutnosti dodržet řadu aspektů vyplývajících ze souboru technických norem jejichž výčet a zpracovaný obsah bude rozebrán v následujících článcích této kapitoly.

Sestava technických norem, které stanovují základní požadavky anebo zásadním způsobem ovlivňují průběh určení rizik je uvedena v tab. 4.1 Technické normy určující bezpečnostní požadavky.

Tab. 4.1 Technické normy určující bezpečnostní požadavky

Název	Popis	Typ normy
ČSN EN ISO 12100-1	Bezpečnost strojních zařízení – Základní pojmy, všeobecné zásady pro konstrukci – Část 1: Základní terminologie, metodologie	A
ČSN EN ISO 13849-1	Bezpečnost strojních zařízení – Bezpečnostní části ovládacích systémů – Část 1: Všeobecné zásady pro konstrukci	B1
ČSN EN 61508-5	Funkční bezpečnost elektrických / elektronických / programovatelných elektronických zařízení souvisejících s bezpečností Část 5: Příklady metod určování úrovně integrity bezpečnosti	B1

4.1 Rozbor vybraných technických norem

4.1.1 ČSN EN ISO 12100

ČSN EN ISO 12100-1 Bezpečnost strojních zařízení – Základní pojmy, všeobecné zásady pro konstrukci – **Část 1: Základní terminologie, metodologie**

Tato technická norma je základním nástrojem definujícím terminologii a metodologii užívanou pro dosažení vyšší bezpečnosti strojních zařízení.

Termíny a definice

- Strojní zařízení (machinery) – část nebo součásti strojů, které obsahují řídicí a silové obvody, dále pak minimálně jednu pohyblivou část a pohonné zařízení. Tyto součásti je nutné vzájemně spojit, aby jako celek vykonávali předem stanovené úkoly.
- Spolehlivost (reliability) – schopnost stroje vykonávat žádanou funkci bez poruch za přesně definovaných podmínek a čase.
- Nebezpečí (hazard) – zdroj potenciální škody (mechanický nebo elektrický zdroj).
Významné nebezpečí (significant hazard) – nebezpečí vyžadující specifické opatření pro jeho vyloučení.
- Nebezpečný prostor (hazard zone) – prostor uvnitř, popřípadě kolem strojního zařízení, ve kterém hrozí nebezpečí pro přítomné osoby

- Ochranné opatření (protective measure) – opatření, které navrhuje konstruktér, popřípadě projektant tak, aby se dosáhlo adekvátního snížení rizika (nechanické, elektrické, organizační).
- Bezpečnostní ochrana (safeguarding) – zařízení aplikované na stroji k ochraně osob před nebezpečími, která není možné adekvátně snížit jinými opatřeními ve stroji, především mechanickými.
- Předvídatelné nesprávné použití (reasonably foreseeable misuse) – použití, které není navrženo pro stroj, ale může k němu dojít na základě chování lidské obsluhy.

Nebezpečí strojních zařízení

Základním počinem konstruktérů a projektantů musí být identifikace významných nebezpečí, která vytváří pracovní stroj a prostředí, ve kterém bude umístěn.

Rozdělení druhů nebezpečí

Mechanická	Kombinace	Akustická
Elektrická	Materiální a látková	Uklouznutí, zakopnutí a pád
Ergonomická	Tepelná	Záření
Prostředí	Vibrační	

Mechanická nebezpečí

Základní nebezpečí vytvořená pracovním strojem jsou zejména mechanického charakteru. Jedná se o nebezpečí úrazu pohybem materiálu a manipulací s materiálem, kdy obsluze hrozí zejména stlačení, pořezání, navinutí a vtažení. Musí být, proto navržena adekvátní bezpečnostní opatření zabráňující těmto nebezpečím, např. zajištění fixace zpracovávaného materiálu, zpomalením pohybů stroje, umístění zábran aj.

Elektrická nebezpečí

Charakter elektrického nebezpečí je závažnou formou hrozícího nebezpečí. Jedná se o nebezpečí úrazu, kdy obsluze hrozí závažné popáleniny případně smrt následkem zasažení elektrického proudu. Obvody pracovního stroje a stroj samotný, proto musí být navržen tak, aby splňoval veškerá kritéria z pohledu ochrany před úrazem elektrickým proudem. Úraz může vzniknout dotykem osob se živými částmi, které jsou za normálního provozu pod napětím nebo dotykem osob s neživými částmi, které se staly živými v důsledku závad pracovního stroje.

Ergonomická nebezpečí

Důležitou součástí konstrukčního návrhu pracovního stroje jsou ergonomické zásady při samotném návrhu stroje, které mají v dlouhodobém důsledku poměrně zásadní vliv na jeho obsluhu. Obsluha takového zařízení může být dlouhodobě přetěžována a následkem může být nesprávná práce, kontrola případně údržba strojního zařízení čímž hrozí nebezpečí vzniku úrazů.

Nebezpečí prostředí

Při návrhu funkční bezpečnosti je důležité přihlížet mimo jiné také k prostředí, ve kterém bude pracovní stroj umístěn. Je nutné mít protokol o určení vnějších vlivů podle ČSN 33 2000 – 5 – 51 ed. 3:2009 Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení – Všeobecné předpisy. Na základě této normy musí projektant navrhnout patřičná bezpečnostní opatření. Nebezpečí zde může způsobit zejména teplota, vlhkost, atmosférické výboje aj.

Kombinace nebezpečí

Kombinací několika různých druhů nebezpečí, byť v jejich nízké míře a jejich následků může dojít ke sloučení a vzájemnému ovlivnění. Taková kombinace nebezpečí může ve výsledku znamenat výskyt významného nebezpečí, které je nutné brát do úvahy při navrhování pracovního stroje.

Strategie snižování rizika

Standardní opatření

Standardně je normou doporučeno, aby ochranná opatření byla zakomponována do návrhu pracovního stroje, protože taková opatření jsou obecně účinnější než opatření doplněná posléze uživatelem v rámci zkušeností z provozu pracovního stroje viz příloha I diplomové práce. Zvolená ochranná opatření nesmí bránit provozu stroje ani stěžovat údržbu stroje po dobu jeho životního cyklu. V opačném případě existuje mnoho případů z praxe, kdy dochází k obcházení ochranných opatření tak, aby obsluha dosáhla maximálního vytížení kapacit pracovního stroje.

Technická norma ČSN EN ISO 12100-1 uvádí povinnost dodržet následující postup při návrhu pracovního stroje viz příloha II diplomové práce.

- *Specifikovat mezní hodnoty a předpokládané používání stroje*
- *Identifikovat nebezpečí a příslušné nebezpečné situace*
- *Odhadnout riziko pro každé identifikované nebezpečí a nebezpečnou situaci*
- *Zhodnotit riziko a rozhodnout o nutnosti snížení rizika*
- *Vyloučit nebezpečí nebo snížit riziko spojené s nebezpečím ochrannými opatřeními* [6]

Dosažení sníženého rizika

Pro konečné snížení rizika je nutné postupovat dle vývojového diagramu viz příloha II diplomové práce tzn. opakovat proces snižování rizika, dokud není dosaženo odpovídajícího snížení rizika.

4.1.2 ČSN EN ISO 13849-1

ČSN EN ISO 13849-1 Bezpečnost strojních zařízení – Bezpečnostní části ovládacích systémů –

Část 1: Všeobecné zásady pro konstrukci

Tato technická norma zavádí pojmy užívané se při návrhu bezpečnostních ovládacích obvodů dle požadavků na konkrétní úroveň bezpečnosti systému.

Termíny a definice

- Kategorie (category) – stupnice pro klasifikaci konstrukčního uspořádání či spolehlivosti jednotlivých bezpečnostních částí systému, které tvoří odolnost proti závadám a jejich následnému chování při závadě.
- Porucha (failure) – stav, kdy systém nebo jeho část přestane plnit požadovanou funkci.
- Nebezpečná porucha (dangerous failure) – specifický typ poruchy, která může dovést ovládací systém do nebezpečného stavu či totálního selhání funkce.
- Porucha se společnou příčinou CCF (common cause failure) – porucha několika objektů, která je důsledkem jedné poruchové události v systému, ale žádná z těchto poruch nemá vzájemnou vazbu na kteroukoliv jinou poruchu.
- Nebezpečná situace (hazardous situation) – situace, při které je osoba vystavena alespoň jednomu z nebezpečí. Nebezpečná situace může mít za následek i škodu.
- Analýza rizika (risk analysis) – specifikace mezních hodnot, identifikace nebezpečí a odhad rizika.
- Posuzování rizik (risk assessment) – proces sestávající z analýzy rizik a hodnocení rizik.
- Úroveň vlastností PL (performance level PL) – hodnota používána pro určení schopností bezpečnostních částí ovládacích systémů.
- Požadovaná úroveň vlastností PL_r (required performance level PL_r) – úroveň vlastností PL používána k tomu, aby bylo dosaženo požadovaného snížení rizika.
- Střední doba do nebezpečné poruchy MTTFd (mean time to dangerous failure MTTFd) – očekávaná střední doba do nebezpečné poruchy je součástí poruchových režimů.
- Diagnostické pokrytí DC (diagnostic coverage DC) – míra účinnosti diagnostiky. Je to podíl intenzity jednotlivých detekovaných nebezpečných poruch a intenzity všech nebezpečných poruch.
- Bezpečnostní část ovládacího systému SRP/CS CS (safety related parts of control systems) – části ovládacích systémů, které jsou určeny k plnění bezpečnostních funkcí, případně mohou mít také provozní funkci.

[7]

Úroveň vlastností *PL* (performance level *PL*)

Úroveň vlastností je z definice hodnota pro určení schopnosti bezpečnostních částí ovládacích systémů vykonat bezpečnostní funkci. Složena je z pěti úrovní *PL*. Hodnoty jednotlivých úrovní jsou definovány pravděpodobností nebezpečné poruchy za hodinu viz tab. 4.2 Definice úrovní vlastností *PL*; zdroj [7].

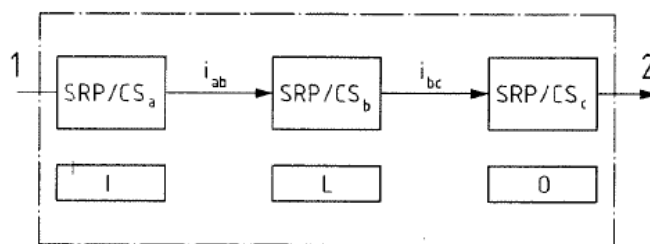
Tab. 4.2 Definice úrovní vlastností *PL*; zdroj [7]

<i>PL</i>	Průměrná pravděpodobnost nebezpečné poruchy za hodinu 1/h
a	$\geq 10^{-5}$ až $< 10^{-4}$
b	$\geq 3 \cdot 10^{-6}$ až $< 10^{-5}$
c	$\geq 10^{-6}$ až $< 3 \cdot 10^{-6}$
d	$\geq 10^{-7}$ až $< 10^{-6}$
e	$\geq 10^{-8}$ až $< 10^{-7}$

Stanovené hodnoty úrovně vlastností *PL* technickou normou ČSN EN ISO 13849-1 nutně závisí na diagnostickém pokrytí DC, spolehlivosti součástí systému na základě hodnoty střední doby do nebezpečné poruchy MTTFd, poruše se společnou příčinou CCF a podmínkách pracovního prostředí.

Bezpečnostní část ovládacího systému SRP/CS

Bezpečnostní části ovládacích systémů stroje jsou takové části, které jsou spojeny s vyhodnocovací logikou stroje. Logika stroje musí při vzniku nebezpečného stavu vyhodnotit konkrétní nebezpečnou situaci a stroj následně zastaví. Bezpečnostní části ovládacích systémů jsou tvořeny např. z nouzového zastavení, dvouručního ovládání či systému blokování chodu pohonů. Jednotlivé SRP/CS tvoří dohromady sestavu tří prvků (vstup, logika, výstup) a jejich schématické znázornění je na obr. 4.1 Kombinace bezpečnostních částí ovládacích systémů; zdroj: [7].



Obr. 4.1 Kombinace bezpečnostních částí ovládacích systémů; zdroj: [7]

- SRP/CS_a – vstupní část snímající bezpečnostní situaci
- SRP/CS_b – logika zajišťující zpracování a vyhodnocení bezpečnostní situace
- SRP/CS_c – výstupní silová část vykonávající řešení bezpečnostní situace
- *i_{ab}* a *i_{bc}* – propojení jednotlivých prvků

[7]

Hlediska hodnocení úrovně vlastností *PL*

- a) Kvantitativní hlediska
 - střední doba do nebezpečné poruchy MTTFd pro každou součást
 - diagnostické pokrytí DC
 - porucha se společnou příčinou CCF
- b) Nezjištěná kvalitativní hlediska (ovlivňující chování SRP/CS)
 - chování bezpečnostní funkce při poruše
 - bezpečnostní SW
 - systematická porucha
 - podmínky konkrétního prostředí

[7]

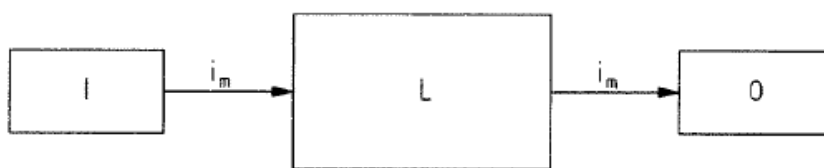
Kategorie struktur

Kategorie struktur sestává z pěti typů podle definovaných kritérií. Kategorie jsou označovány jako B, 1, 2, 3 a 4. Každá kategorie má specifická konstrukční kritéria a chování při vyvolání poruchy systému.

Kategorie B

Všechny součásti SRP/CS musí být navrženy a aplikovány podle příslušných technických norem. Musí odolat provoznímu namáhání a vlivům vyskytujícím se v uvažované aplikaci. V aplikaci není uvažované žádné diagnostické pokrytí DC a střední doba do nebezpečné poruchy MTTFd pro každý kanál může být v těchto případech krátká až střední. Při závadě na systému v kategorii B může dojít ke ztrátě bezpečnostní funkce.

Maximální dosažitelná úroveň vlastností *PL* = b



Obr. 4.2 Architektura kategorie B; zdroj: [7]

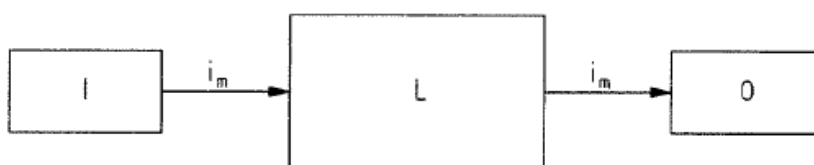
- I – vstupní část snímající bezpečnostní situaci
- L – logika zajišťující zpracování a vyhodnocení bezpečnostní situace
- O – výstupní silová část vykonávající řešení bezpečnostní situace
- i_m – propojení jednotlivých prvků

Kategorie 1

Všechny součásti SRP/CS musí splňovat stejné požadavky jako pro kategorii B a navíc musí být vyrobeny za pomoci bezpečnostních zásad z osvědčených součástí. Osvědčenými součástmi jsou takové součásti, které jsou již obecně využívány pro podobné aplikace. Musí se také zajistit ověření, zda jsou tyto konkrétní součásti vhodné a spolehlivé pro danou oblast použití.

V aplikaci není uvažované žádné diagnostické pokrytí DC a střední doba do nebezpečné poruchy MTTFd pro každý kanál musí být v těchto případech dlouhá. Při závadě na systému v kategorii 1 může dojít ke ztrátě bezpečnostní funkce, ale pravděpodobnost ztráty bezpečnostní funkce je nižší v důsledku delšího MTTFd. Architektura kategorie 1 je proto stejná jako pro kategorii B.

Maximální dosažitelná úroveň vlastností $PL = c$



Obr. 4.3 Architektura kategorie 1; zdroj: [7]

- I – vstupní část snímající bezpečnostní situaci
- L – logika zajišťující zpracování a vyhodnocení bezpečnostní situace
- O – výstupní silová část vykonávající řešení bezpečnostní situace
- i_m – propojení jednotlivých prvků

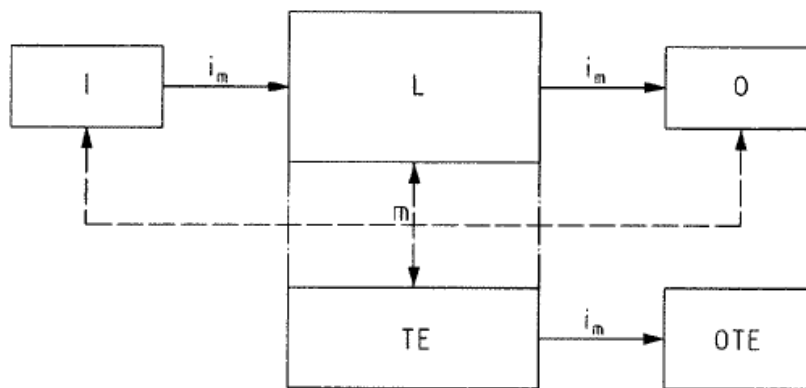
[7]

Kategorie 2

Všechny součásti SRP/CS musí splňovat stejné požadavky jako pro kategorii B, a navíc musí být dodrženy osvědčené bezpečnostní zásady. SRP/CS musí být navržena tak, aby ve vhodných intervalech probíhala kontrola funkce ovládacím systémem zařízení.

V aplikaci je uvažované diagnostické pokrytí DC, pro všechny součásti SRP/CS musí být nízké. Střední doba do nebezpečné poruchy MTTFd pro každý kanál musí být v těchto případech krátká až dlouhá v závislosti na požadovaném PLr . Při použití aplikace v kategorii 2 musí být navržena opatření proti poruše se společnou příčinou CCF. Hodnoty MTTFd a DC nejsou interpretovány pro zkušební kanál. Dojde-li k aktivaci bezpečnostního obvodu, musí být aktivní do nalezení závady, která jej zapříčinila. Při závadě na systému v kategorii 2 může dojít ke ztrátě bezpečnostní funkce mezi kontrolami.

Maximální dosažitelná úroveň vlastností $PL = d$



Obr. 4.4 Architektura kategorie 2; zdroj: [7]

- I – vstupní část snímající bezpečnostní situaci
- L – logika zajišťující zpracování a vyhodnocení bezpečnostní situace
- O – výstupní silová část vykonávající řešení bezpečnostní situace
- i_m – propojení jednotlivých prvků
- m – monitorování
- TE – zkušební zařízení
- OTE – výstup zkušebního zařízení

[7]

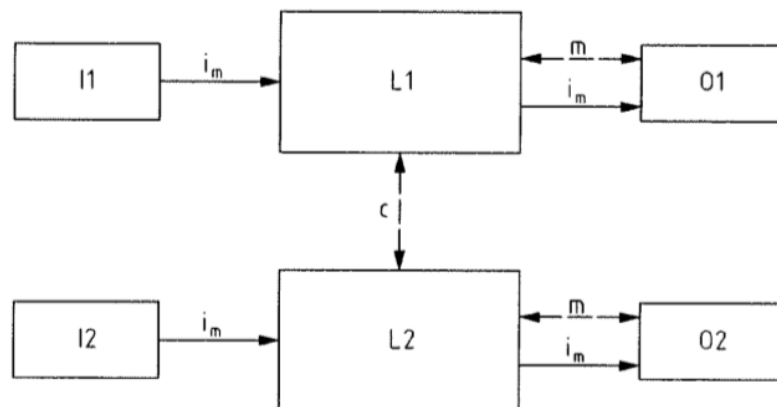
Kategorie 3

Všechny součásti SRP/CS musí splňovat stejné požadavky jako pro kategorii B, a navíc musí být dodrženy osvědčené bezpečnostní zásady. SRP/CS musí být navržena tak, aby závada nevedla ke ztrátě bezpečnostní funkce. Závady musí být detekovány nejbližší vyžadovanou bezpečnostní funkcí.

V aplikaci je uvažované diagnostické pokrytí DC, pro všechny součásti SRP/CS i pro zkušební kanály musí být nízké. Střední doba do nebezpečné poruchy MTTFd pro každý kanál musí být v těchto případech krátká až dlouhá v závislosti na požadovaném PL_r . Při použití aplikace v kategorii 3 musí být navržena opatření proti poruše se společnou příčinou CCF.

Dojde-li k aktivaci bezpečnostního obvodu, musí být aktivní do nalezení závady, která jej zapříčinila. Přičemž některé závady nemusí být za všech okolností detekovány kontrolními kanály.

Maximální dosažitelná úroveň vlastností $PL = d$



Obr. 4.5 Architektura kategorie 3; zdroj: [7]

- I1, I2 – vstupní části snímající bezpečnostní situaci
- L1, L2 – logika zajišťující zpracování a vyhodnocení bezpečnostní situace
- O1, O2 – výstupní silová část vykonávající řešení bezpečnostní situace
- i_m – propojení jednotlivých prvků
- m – monitorování
- c – křížové monitorování

[7]

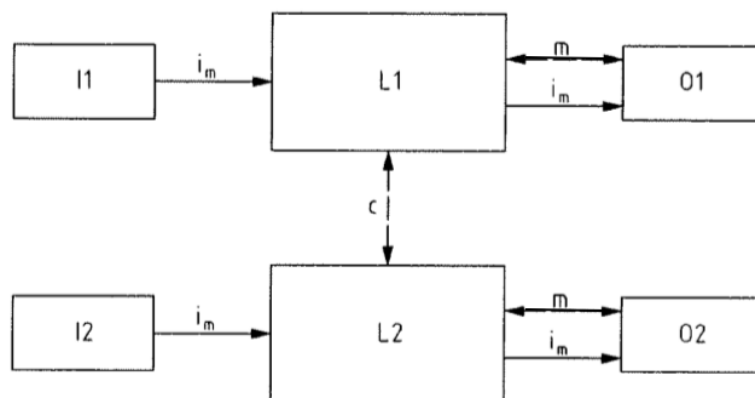
Kategorie 4

Všechny součásti SRP/CS musí splňovat stejné požadavky jako pro kategorii B a navíc musí být dodrženy osvědčené bezpečnostní zásady. SRP/CS musí být navržena tak, aby závada v jakékoliv bezpečnostní části nevedla ke ztrátě bezpečnostní funkce. Závady musí být detekovány před anebo při nejbližší vyžadované bezpečnostní funkci v tomto případě to znamená např. při zapnutí stroje nebo na konci jeho cyklu.

V aplikaci je uvažované diagnostické pokrytí DC, pro všechny součásti SRP/CS i pro zkušební kanály musí být vysoké. Střední doba do nebezpečné poruchy MTTFd pro každý kanál musí být v těchto případech dlouhá. Při použití aplikace v kategorii 4 musí být použita opatření proti poruše se společnou příčinou CCF.

Dojde-li k aktivaci bezpečnostního obvodu, musí být aktivní do nalezení závady, která jej zapříčinila. Přičemž v některých případech provozu není možná detekce závad v závislosti na požadovaných bezpečnostních funkcích a jejich kontrole. Rozdíl mezi kategoriemi 3 a 4 je v zásadě pouze jeden. Jedná se o vyšší diagnostické pokrytí DC a delší střední dobu do nebezpečné poruchy MTTFd. V takovém případě nesmí dojít ke ztrátě bezpečnostní funkce.

Maximální dosažitelná úroveň vlastností $PL = e$



Obr. 4.6 Architektura kategorie 4; zdroj: [7]

- I1, I2 – vstupní části snímající bezpečnostní situaci
- L1, L2 – logika zajišťující zpracování a vyhodnocení bezpečnostní situace
- O1, O2 – výstupní silová část vykonávající řešení bezpečnostní situace
- i_m – propojení jednotlivých prvků
- m – monitorování
- c – křížové monitorování

[7]

Určení požadované úrovně vlastností PL_r

Zásadním milníkem při návrhu funkční bezpečnosti je správná volba požadovaných bezpečnostních parametrů, resp. požadované úrovně vlastností PL_r . Každá úroveň vlastností má svá specifika popsána výše. Nedoporučuje se použít na každý pracovní stroj maximální bezpečnostní řešení v podobě konkrétních SRP/CS, a proto je nutné pečlivě odhalit možná nebezpečí a rizika u nebezpečné situace pro adekvátní návrh požadované úrovně vlastností. Kapitola 5.1.5 Návrh opatření k odstranění či omezení rizik určí hodnocením rizik doporučení k odstranění nebo snížení rizika mechanickými zábranami, případně kryty. Jestliže návrh těchto opatření neodstraní nebo uspokojivě nesníží riziko, je nutné přikročit k nasazení sofistikovanějších bezpečnostních zařízení. Požadovanou úroveň vlastností určíme dle obr. 4.7 Posloupnost požadované úrovně vlastností PL_r pro bezpečnostní funkci; zdroj: [8].

Tab. 4.3 Parametry pro odhad rizika; zdroj [7]

Závažnost zranění S	S1: Lehké (přechodné následky)
	S2: Závažné (trvalé následky)
Četnost a/nebo doba vystavení nebezpečí F	F1: Méně častá a/nebo krátká
	F2: Častá a/nebo dlouhá
Možnost vyloučení nebezpečí P	P1: Za určitých podmínek
	P2: Téměř nemožné

Závažnost zranění S

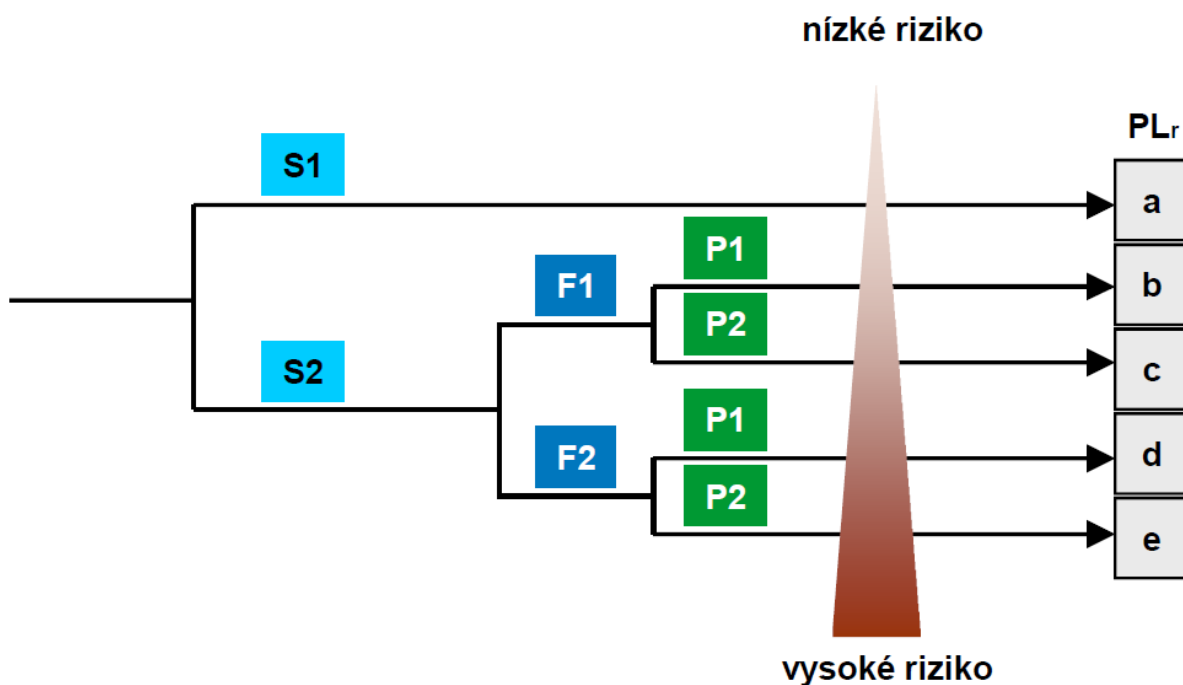
Při klasifikaci závažnosti zranění je nutné důsledně zhodnotit rozsah, a především potenciální následky zranění. Mezi lehká zranění klasifikována jako S1 je vhodné řadit běžné úrazy se standardními léčebnými postupy jako jsou pohmoždění, tržné rány a další typy zranění s přechodnými následky bez nutnosti pracovní neschopnosti. Závažná zranění klasifikována jako S2 jsou těžké úrazy s trvalými následky s léčbou v pracovní neschopnosti případně smrt pracovníka.

Četnost a/nebo doba vystavení nebezpečí F

Při klasifikaci četnosti a/nebo doby vystavení nebezpečí je nutné zohlednit specifika provozu zařízení nebo pracovního stroje. Je-li pracovník či jiná osoba vystavena nebezpečí v nepravidelných intervalech postačí zvolit parametr četnosti F1. Pokud je však vystavení nebezpečí pravidelné např. cyklického charakteru je nutné zvolit parametr F2. Jestli je toto vystavení častější než jednou za hodinu, musí být bezpodmínečně zvolen parametr četnosti F2.

Možnost vyloučení nebezpečí P

Při klasifikaci možnosti vyloučení nebezpečí je nutné mít povědomí o možnostech rozpoznání případného nebezpečí vlastnostmi pracovního stroje anebo za pomoci technických prostředků dodaných do pracovního stroje. Pokud existuje reálná možnost vyloučit nebezpečí úrazu, případně jej výrazně snížit je doporučeno zvolit parametr P1. V případě nemožnosti vyloučit nebezpečí úrazu volí se vždy parametr P2.



Obr. 4.7 Posloupnost požadované úrovně vlastností PL_r pro bezpečnostní funkci; zdroj: [8]

4.1.3 ČSN EN 61508-5

ČSN EN 61508-5 Funkční bezpečnost elektrických / elektronických / programovatelných elektronických zařízení souvisejících s bezpečností – **Část 5: Příklady metod určování úrovně integrity bezpečnosti**

Tato technická norma je obecným nástrojem určujícím pravidla pro použití elektrických / elektronických / programovatelných elektronických systémů, které plní bezpečnostní funkce. Integrity bezpečnosti je definována jako pravděpodobnost systému dostatečně plnit požadované bezpečnostní funkce a sestává ze dvou prvků integrity bezpečnosti hardwaru a systematické integrity bezpečnosti.

Termíny a definice

- ALARP (As low as reasonably practicable) – Nejnižší rozumně proveditelná úroveň snížení rizika.
- E/E/PE (Electrical / electronic / programmable electronic) – Elektrický / elektronický / programovatelný elektronický prvek související s bezpečností, jehož smyslem je vybavit svou funkci na základě vstupních hodnot. Řadí se mezi ně např. elektromechanická zařízení / neprogramovatelná elektronická zařízení / elektronická zařízení na bázi počítačové techniky
- EUC (Equipment under control) – Řízené zařízení. [9]

Zobecněný model snížení rizika obsahuje

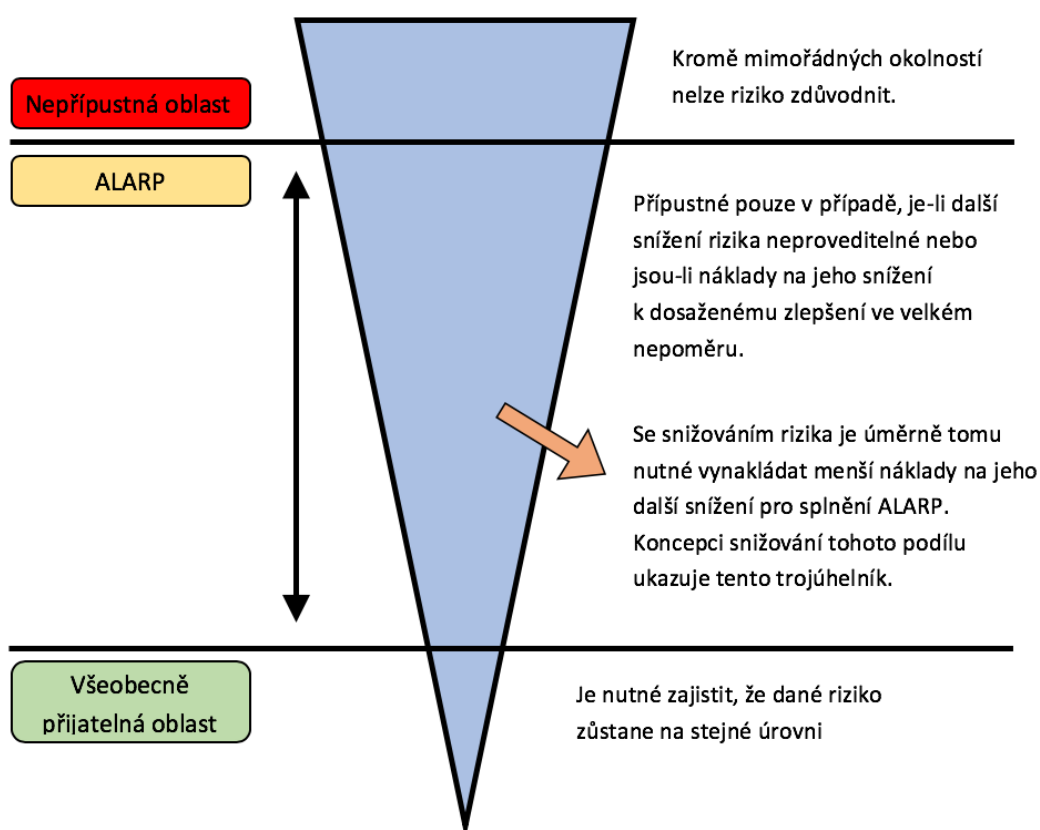
- Existenci EUC
- Problémy spojené s lidským faktorem
- Vnější prostředky pro snížení rizika
- E/E/PE systémy
- Systémy související s bezpečností založené na jiných technických principech

Model pro snížení rizika je uveden na obr. 5.2 Blokové schéma snížení rizika; zdroj: [11] a jsou na něm znázorněna všeobecná pojetí zajišťující konečné snížení rizika na přípustné a dále na zbytkové riziko. Po stanovení přípustného rizika, resp. odhadu jeho nutného snížení nastane opakující proces přiřazování požadavků na integritu bezpečnosti systémům, které souvisí s bezpečností.

Pro přiřazení bezpečnostních požadavků na konkrétní E/E/PE systémy lze využít např. kvalitativní nebo kvantitativní metody. Kvalitativní metoda spočívá ve slovním zhodnocení nutnosti snížit riziko, zatímco kvantitativní metoda stanoví nutnost snížit riziko explicitně ve formě numerických hodnot. Princip těchto metod je vysvětlen v následující kapitole 5 Návrh variantních metodik a jejich pilotní ověření v provozu, zhodnocení.

Přípustné riziko

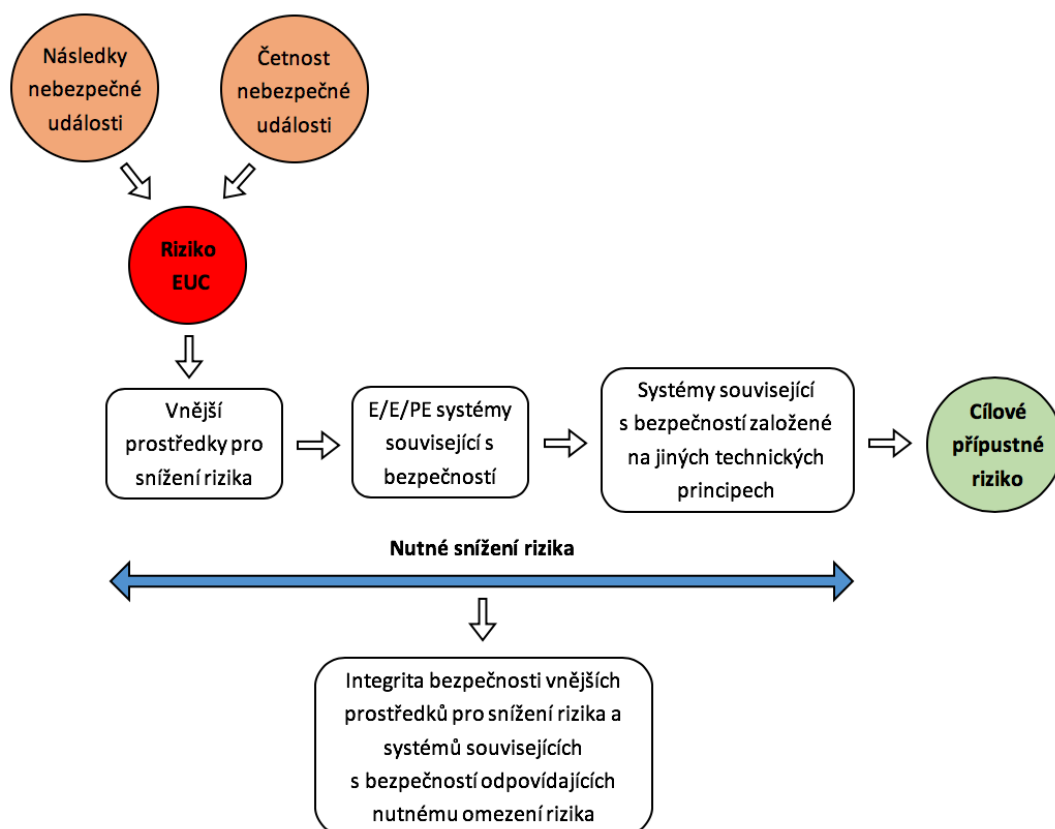
Koncepce ALARP se realizuje tehdy, je-li riziko rozhodnutím kvalitativní nebo kvantitativní metody určení rizik mezi nepřijatelnou a všeobecně přijatelnou oblastí zobrazenou na obr. 4.8 Model ALARP; zdroj: [10]. V koncepci ALARP je nutné přihlédnout k přínosům vyplývajícím z ponechání zbytkového rizika a zvážit náklady na jeho snížení.



Obr. 4.8 Model ALARP; zdroj: [10]

5 Návrh variantních metodik a jejich pilotní ověření v provozu, zhodnocení.

Účelem hodnocení rizik je stanovení takových opatření, abychom zajistili bezpečnost a zdraví zaměstnanců při práci a také zamezili vzniku hmotných škod na technologii. Hodnocení rizik má jasně definovaný postup a cílem je vytvořit přehled rizik na pracovišti jako celku, resp. jeho části, jednoúčelovém stroji, montážní lince apod. Na obr. 5.1 Pojetí rizika a integrity bezpečnosti; zdroj: [10] je blokové schéma, které rámcově znázorňuje kroky, jež musíme nutně provést abychom dosáhli požadovaného stavu. Nazvěme tedy jednotlivé části jako buňky, které spolu kooperují v celistvém systému. Vyhodnocení rizik je nutné provést u každé buňky sledovaného systému. Výstup hodnocení rizik takto definuje rizika vyskytující se v jednotlivých buňkách a systému jako celku. Tyto jsou následně podrobeny návrhu opatření tak, aby došlo k eliminaci rizika nebo jeho zmírnění na tolerovatelnou úroveň. Následně je nutné opětovně provést hodnocení rizik v příslušné buňce, abychom ověřili, zda nápravné opatření nevytváří dodatečná rizika.



Obr. 5.1 Pojetí rizika a integrity bezpečnosti; zdroj: [10]

Pro tvorbu hodnocení rizik je možné využít různých metodik k posouzení nebezpečí a rizik vyplývajících z technologie výroby. Nasazení konkrétní metodiky zpravidla závisí na zkušenostech hodnotitele či potřeb organizace. Metodiky pro posouzení rizik se dělí na tři základní skupiny.

- **Kvalitativní hodnocení rizik**
- **Semi kvantitativní hodnocení rizik**
- **Kvantitativní hodnocení rizik**

Definice kvalitativního hodnocení rizik

Provedení kvalitativní metody je rychlejší a má nižší požadavky na rozsah vstupních dat, ale přesnost a spolehlivost výsledků je relevantně nižší v porovnání s kvantitativní metodou. Nevyžaduje ocenění následků nežádoucích událostí exaktně v numerických hodnotách a je založena na slovním odhadu pravděpodobnosti aktivace zdroje nebezpečí. Umožňuje snadno a rychle identifikovat rizika systému. Tato metoda je vhodná především pro systémy, kde dosud nebyla realizována analýza rizik, anebo kde je preferována rychlost identifikace rizik.

Způsoby provedení

- Brainstorming
- Pohovory
- Metoda účelových interview (Delphi)
- Studie ohrožení a provozuschopnosti (HAZOP)
- Kritická analýza možných vad a jejich příčin (FMEA/FMECA)
- Mapování rizika
- Matice pravděpodobnosti
- Analýza stromu poruchových stavů

Definice semi kvantitativního hodnocení rizik

Semi kvantitativní metoda tvoří přechod mezi kvalitativní a kvantitativní metodou. Vyznačuje se vyšší rychlostí, jednoduchostí provedení a nižšími požadavky na vstupní data oproti kvantitativní metodě, ale výstupní přesnost a spolehlivost výsledků je relevantně nižší stejně jako při využití kvalitativní metody. Výstup se tedy blíží k pojetí kvalitativního hodnocení rizik a je prezentován v intervalech pravděpodobnosti a zranitelnosti v matici a mapě rizik. Využívá se zejména kvůli více konzistentnímu přístupu k posouzení a porovnání rizik. Vychází z dopředu známého bodového systému, kterým se zařadí jednotlivá rizika do kategorií s pevně stanovenou hierarchií.

Způsoby provedení

- Index nebezpečnosti a zranitelnosti
- Mondův index
- Downův index hořlavosti a výbušnosti
- Index nebezpečí látky
- Index působení chemických vlivů

Definice kvantitativního hodnocení rizik

Provedení kvantitativní metody je oproti kvalitativnímu způsobu zdlouhavé a má vyšší požadavky na rozsah vstupních dat ve formě numerických hodnot spolehlivosti prvků v systému. Jde o matematické výpočty rizika z frekvence výskytu hrozby a dopadu na systém. Kvantitativní metodu můžeme využít tam, kde je zapotřebí vytvořit studii proveditelnosti. Výstupem jsou finanční dopady vyjádřené konkrétní částkou. Výsledkem může být rozhodnutí o způsobu eliminování rizika, a zda vůbec dané riziko eliminovat na základě finanční náročnosti.

Způsoby provedení

- Analýza stromu událostí
- Rozhodovací stromy
- Analýza citlivosti
- Souřadnicová analýza pravděpodobnosti – dopad
- Markovova analýza
- Metoda PERT
- Analýza scénářů (identifikace rizik)
- Multikriteriální rozhodování

[11]

Metodika dále není rozebírána vzhledem ke způsobu provedení a požadavkům na vstupní data ve formě matematické spolehlivosti jednotlivých prvků v systému.

Důležité pojmy funkční bezpečnosti

- E/E/PE – Elektrický / elektronický / programovatelný elektronický
- EUC – řízené zařízení
- Nebezpečí – potenciální zdroj poškození
- Nebezpečná událost – nebezpečná situace, jejímž důsledkem je poškození
- Riziko – kombinace pravděpodobnosti výskytu poškození a závažnosti tohoto poškození
- Zbytkové riziko – riziko, které zůstává po přijetí ochranných opatření
- Přípustné riziko – riziko, které je přijatelné v daných souvislostech

[9]

5.1 Kvalitativní hodnocení rizik

Postup ohodnocení rizik metodou matice pravděpodobnosti

- Určení sledovaného systému
- Identifikace možného nebezpečí
- Ocenění nalezených nebezpečných situací.
- Ohodnocení nalezených nebezpečných situací
- Návrh opatření k odstranění či omezení rizik
- Pravidelné hodnocení rizik
- Zavedení opatření pro snížení a eliminaci zjištěných rizik

5.1.1 Určení sledovaného systému

Pro určení sledovaného systému je nutné sestavit přehled míst, prostorů a činností, se kterými budeme po celou dobu hodnocení rizik pracovat. Dlouhodobá praxe ukázala, že nejpřehlednějším způsobem je sestavení vyplňovací tabulky. Do tabulky se budou zapisovat výsledky jednotlivých kroků v postupu ohodnocení rizik. Jedná se o prostory, technologie, příslušné zaměstnance, činnosti a jiné vnější vlivy, které je možné na daných místech předpokládat. Pro správné zpracování vyhodnocení rizik je nutné rozložit sledovaný systém na konkrétní pracoviště, prostory a místa pro, která se budou hodnotit jednotlivá rizika. Základní rozložení sledovaného systému musí být pečlivě zváženo již na počátku hodnocení, aby nedošlo k opomenutí zdánlivě nevýznamných prostorů a činností, které by mohli zásadně ovlivnit výstup hodnocení rizik. V tabulce je vhodné mít samostatně uvedený přehled činností, které jsou prováděny v těchto místech a prostorech. Zpravidla je možné provádět více činností na daném místě či prostoru. Z toho důvodu je nutné uvést všechny činnosti, nejen takovou činnost, která vyvolává zdánlivě nejzávažnější rizika, neboť pro každé riziko lze zavést jiná opatření k jeho eliminaci či snížení na tolerovatelnou úroveň zbytkového rizika.

Tab. 5.1 Identifikace rizik

Pracoviště	Činnost na pracovišti	Nebezpečná situace	Možné poranění	Přijatá bezpečnostní opatření	Zbytkové riziko			Navržená dodatečná bezpečnostní opatření
					Z	P	R	

5.1.2 Identifikace možného nebezpečí

Pro identifikaci možného nebezpečí se využívá vzorová tab. 5.1 Identifikace rizik viz výše, do které se zapisují identifikovaná nebezpečí nebo nebezpečné situace. Je nutné vyplnit všechna nebezpečí, a proto tento krok vyžaduje maximální snahu o co nejkomplexnější zhodnocení. Hodnocení rizik většinou provádí externí technik s patřičným vzděláním, praxí a zkušenostmi, aby nedošlo k pochybení pro tzv. pracovní slepotu interních pracovníků. Nicméně přes vysokou erudici a zkušenosti takového technika je nutné přizvat k hodnocení rizik také místní technology a pracovníky, kteří jsou obeznámeni s technologií zařízení a jsou schopni identifikovat, resp. upozornit na specifické místní okolnosti. Pomůckou a jistým zdrojem informací jsou také evidence pracovních úrazů, nehod a tzv. skoronehod. Skoronehodou dle ČSN OHSAS 18001:2008 rozumíme incident, při kterém mohlo dojít k ohrožení života, zdraví nebo majetku, ale pouze náhodnou shodou okolností k tomuto následku nedošlo. [12]

Nebezpečí či nebezpečné situace se identifikují zodpovězením těchto kritérií:

- 1) Nalezení zdroje nebezpečí či nebezpečné situace
- 2) Identifikace cíle, který může být poškozen
- 3) Jakým způsobem může dojít k poškození

5.1.3 Ocenění nalezených nebezpečných situací.

S identifikovanými nebezpečími či nebezpečnými situacemi z předchozího bodu se pracuje i v dalších částech této metody. Každé nebezpečí či nebezpečnou situaci je potřeba posoudit a určit závažnost potenciálního poškození či úrazu. Pro každé identifikované nebezpečí či nebezpečnou situaci je nutné odhadnout všechny úrazy či poškození, ke kterým může dojít a přiřadit jim třídu závažnosti Z. Třída závažnosti Z sestává ze čtyř stupňů, přičemž každý stupeň má definovanou bodovou hodnotu. Detailní popis třídy závažnosti je uveden v tab. 5.2 Třída závažnosti Z.

Tab. 5.2 Třída závažnosti Z

Stupeň	Důsledek	Bodová hodnota	Popis
1	Zanedbatelný	1	- Poranění bez pracovní neschopnosti - Zanedbatelná porucha systému
2	Významný	2	- Úraz s pracovní neschopností, bez trvalých následků - Drobné poškození systému
3	Kritický	3	- Úraz s trvalým následkem, vyžaduje dlouhodobé léčení - Rozsáhlé poškození systému, ztráty ve výrobě
4	Katastrofický	4	- Smrtelný úraz - Úplné zničení systému, nenahraditelné ztráty

Součástí posouzení závažnosti potenciálního poškození je také obecná míra pravděpodobnosti výskytu nebezpečí či nebezpečné situace, neboť pravděpodobnost výskytu má vliv na výsledné ocenění rizika. Pravděpodobnost výskytu nebezpečí či nebezpečné situace určí třída pravděpodobnosti P , která sestává ze tří stupňů a její detailní popis je uveden v tab. 5.3 Třída pravděpodobnosti P .

Tab. 5.3 Třída pravděpodobnosti P

Stupeň	Pravděpodobnost	Bodová hodnota	Popis
1	Málo pravděpodobné	1	Může dojít k výskytu nebezpečné události, ale pravděpodobnost se limitně blíží 0
2	Pravděpodobné	2	Náhodný výskyt nebezpečné události v průběhu života systému
3	Vysoce pravděpodobné	3	Častý výskyt ohrožení nebezpečnou událostí

Výsledné ocenění nalezených rizik tzv. třída rizika R se vypočítá jako prostý součin třídy závažnosti Z a třídy pravděpodobnosti P . Výpočet je nutné aplikovat na všechna potenciální nebezpečí a nebezpečné situace.

$$R = Z \cdot P \quad (5.1)$$

5.1.4 Ohodnocení nalezených nebezpečných situací

Ocenění nalezených rizik se stanoví na základě zpracování třídy rizika R a jejího bodového ohodnocení ve výslednou úroveň rizika. Dle výsledné úrovně následuje rozhodnutí o tom, zda přijmout bezpečnostní opatření pro odstranění rizik a případně jaká bezpečnostní opatření či doporučení to budou. Bezpečnostní opatření musí být takového charakteru, aby eliminovalo možnost vzniku nebezpečné situace nebo omezila rizika na přijatelnou míru zbytkového rizika. Znázorněné druhy rizik jsou uvedeny na obr. 5.2 Blokové schéma snížení rizika; zdroj: [11].

Tab. 5.4 Třída rizika R

Stupeň	Bodová hodnota	Popis rizika
1	< 3	Zanedbatelné
2	> (4 až 6)	Přípustné
3	> (7 až 9)	Nežádoucí
4	> 10	Nepřípustné

Matice rizik

Výsledné ohodnocení nalezených nebezpečných situací lze zapsat do matice rizik. Matice slouží především pro jednoznačné a snadno uchopitelné znázornění úrovně vzniklých rizik. Vzor je uveden v tab. 5.5 Matice rizik, ve které jsou barevně rozlišené jednotlivé úrovně rizik a jejich průnikem je výsledná hodnota třídy rizika R .

Tab. 5.5 Matice rizik

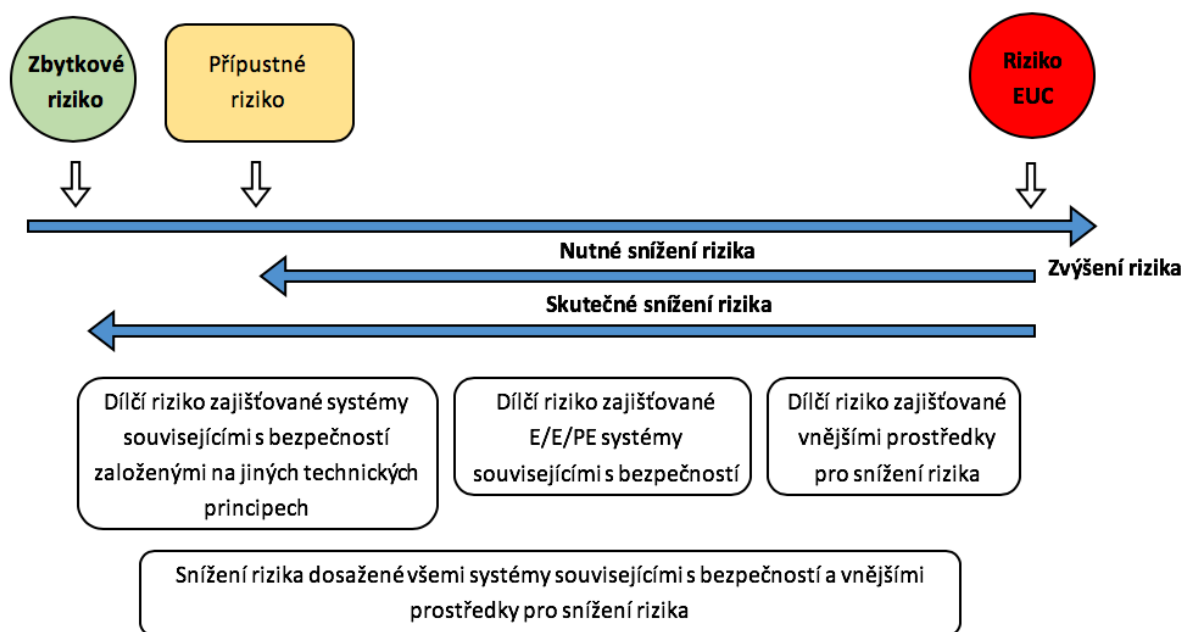
		Závažnost Z			
		Zanedbatelný	Významný	Kritický	Katastrofický
Pravděpodobnost P	Stupeň	1	2	3	4
Málo pravděpodobné	1	1	2	3	4
Pravděpodobné	2	2	4	6	8
Velmi pravděpodobné	3	3	6	9	12

Tento postup je nutné aplikovat na všechna potenciální nebezpečí a nebezpečné situace. Na základě tab. 5.5 Matice rizik se vytvoří ucelený přehled o hrozících nebezpečích a jejich následcích. Dále pak slouží ke stanovení priorit pro přijetí bezpečnostních opatření.

5.1.5 Návrh opatření k odstranění či omezení rizik

Návrh opatření k odstranění či omezení rizik vzejde uceleným přehledem o hrozících nebezpečích a jejich následcích z vyplněné tab. 5.1 Identifikace rizik. Veškerá opatření musí být v souladu s patřičnými technickými normami a právním řádem. Návrh opatření lze stanovit pouze po provedení veškerých předchozích kroků. Smyslem těchto opatření je nalézt původce nebezpečí a riziko odstranit u zdroje výskytu případně jej minimalizovat. Způsobů, jak odstranit či snížit riziko je několik. Nejlepší způsob odstranění rizik je upravit pracovní postup a definovat jiné prostory pro obsluhu. Pokud nelze upravit pracovní postup či místo pro ovládání stroje/strojů obsluhou je potřeba změnit technologii, pracovní stroje a nástroje. Tato možnost se v praxi často jeví jako nereálná, neboť je to změna velmi nákladná a v mnoha případech nelze dosáhnout uspokojivých pracovních výstupů. Dochází tak k nasazení bezpečnostních opatření a doporučení. Nejčastěji je hodnocením rizik doporučeno instalovat patřičné mechanické zábrany a kryty, případně do pracovního postupu uvést pokyny pro bezpečné zacházení se stroji a vylepit výstražné značky s upozorněním na hrozící nebezpečí. Jestliže návrh těchto opatření neodstraní či uspokojivě nesníží riziko je nutné přikročit k nasazení sofistikovanějších bezpečnostních zařízení např. elektronických. Při návrhu každého opatření je nutné brát v úvahu, že každá změna pracovního postupu, technologie či nástroje může při odstranění konkrétních rizik vytvořit rizika jiná. Z toho důvodu je proto nutné po návrhu bezpečnostního opatření podrobit technologii opětovnému zhodnocení, aby se riziko nepřeneslo jinam, případně nemělo ještě závažnější následky.

Pokud identifikované riziko nemůžeme odstranit na odpovídající úroveň žádnými technickými prostředky či pracovními postupy jako je např. nebezpečí letících špon, je nutné zavést do MPBP povinné používání OOPP. V tomto případě jsou to ochranné pracovní brýle. [10]



Obr. 5.2 Blokové schéma snížení rizika; zdroj: [11]

5.1.6 Pravidelné hodnocení rizik

Hodnocení rizik na pracovišti/pracovním stroji je nutné provádět na základě následujících skutečností.

- Při návrhu nové technologie/pracovního stroje
- Po návrhu bezpečnostních opatření
- Po nehodě na pracovišti při, které byla dodržena bezpečnost práce
- Po zásadních změnách na pracovišti, které mohou mít vliv na bezpečnost práce
- Zjištěním Inspektorátu práce
- Na pokyn pracovníků BOZP na pracovišti

5.1.7 Zavedení opatření pro snížení a eliminaci zjištěných rizik

Po důkladném hodnocení rizik a aplikaci navržených bezpečnostních opatření následuje jejich zavedení do praxe. Způsob zavedení nových opatření a postupů práce má čtyři fáze.

Seznámení s výsledky

Informovat příslušné pracovníky s výsledky vyhodnocení rizik a seznámit je s přijatými bezpečnostními opatřeními.

Školení zaměstnanců

Zaškolení příslušné pracovníky a jejich vedoucí o právních a jiných předpisech, které zajišťují BOZP a informací o možných rizicích při práci s danou technologií či pracovním strojem.

Kontrola zavedené praxe

Obeznamit pracovníky či jejich vedoucí o výsledcích kontrol a účinnosti bezpečnostních opatření.

Školení externích osob

Všechny externí osoby, které se budou pohybovat na pracovišti nejdříve seznámit s možnými riziky, se kterými se mohou na daném pracovišti setkat.

5.2 Semi kvantitativní hodnocení rizik

Postup ohodnocení rizik metodou indexu nebezpečnosti a zranitelnosti

- Úroveň pravděpodobnosti vzniku
- Úroveň dopadu
- Úroveň expozice
- Matice rizika
- Vymezení rizikové pozice systému

5.2.1 Úroveň pravděpodobnosti vzniku

Počátečním bodem semi kvantitativního hodnocení rizik je určení úrovní pravděpodobnosti vzniku nebezpečné události. Každá úroveň bude definována pomocí indexu ve stanoveném intervalu hodnot a doprovazena slovním vyjádřením definujícím úroveň pravděpodobnosti vzniku.

Rozsah pravděpodobnosti

Frekvence výskytu události za jeden rok je přesně definovanou hodnotou, která se nesmí překrýt s hodnotou jiné úrovně pravděpodobnosti výskytu. Detailní popis úrovně pravděpodobnosti vzniku je uveden v tabulce níže.

Tab. 5.6 Úroveň pravděpodobnosti vzniku P

		Rozsah pravděpodobnosti (frekvence výskytu události za jeden rok)
Kategorie	Index	
Nepatrná	1	$< 10^{-5}$
Velmi nízká	2	$(10^{-4} \div 10^{-5})$
Nízká	3	$(10^{-3} \div 10^{-4})$
Střední	4	$(10^{-2} \div 10^{-3})$
Vysoká	5	$(10^{-1} \div 10^{-2})$
Velmi vysoká	6	$(10^{-1} \div 8 \cdot 10^{-1})$
Téměř jistá	7	$> 8 \cdot 10^{-1}$

5.2.2 Úroveň dopadu

Druhým bodem semi kvantitativního hodnocení rizik je určení úrovní dopadu. Pro každou nebezpečnou událost bude stanovena její úroveň dopadu. Využívá se obdobné tabulky jako pro popis úrovně pravděpodobnosti vzniku.

Popis dopadu

Je vyjádřením typu zdravotních následků, které mohou vzniknout vlivem nebezpečné události. Zdravotní následky jsou přehledně rozděleny do kategorií podle jednotlivých úrovní dopadu. Detailní popis úrovně dopadu je uveden v tab. 5.7 Úroveň dopadu D .

Tab. 5.7 Úroveň dopadu D

		Popis dopadu
Kategorie	Index	
Nepatrný	1	Téměř bez následků
Velmi nízký	2	Krátkodobé následky
Nízký	3	Onemocnění v domácí péči
Střední	4	Hospitalizace
Vysoký	5	Chronické následky
Velmi vysoký	6	Smrt

5.2.3 Úroveň expozice

Třetím bodem semi kvantitativního hodnocení rizik je určení úrovně expozice vzniklé nebezpečné události. Pro ucelenost metody se opět využívá obdobné tabulky jak pro popis úrovně pravděpodobnosti vzniku, tak pro popis úrovně dopadu.

Frekvence expozice

Expozice je definovaná jako počet dnů za rok, kdy je dotyčná osoba či předmět vystaven nebezpečné události. Frekvence expozic jsou přehledně rozděleny do kategorií podle jednotlivých úrovní vystavení nebezpečné události. Detailní popis úrovně expozice je uveden v tab. 5.8 Úroveň expozice.

Tab. 5.8 Úroveň expozice

Kategorie	Index	Frekvence expozice (za jeden rok ve dnech)
Nepatrná	1	(1 až 2)
Velmi nízká	2	(2 až 5)
Nízká	3	(5 až 15)
Střední	4	(15 až 25)
Vysoká	5	(25 až 60)
Velmi vysoká	6	> 60

5.2.4 Matice rizik

V matici rizik je obdobně jako u kvalitativního hodnocení rizik využito pravděpodobnosti a závažnosti, v tomto případě dopadu na hodnotící systém. Konkrétně se jedná o hodnoty průniku úrovně pravděpodobnosti vzniku a úrovně dopadu doplněné o časový údaj, který zpřesňuje hodnocení. Pro výsledné ocenění nalezených rizik zavedeme třídu rizika R uvedenou v tab. 5.9 Třída rizika R . Výsledek zapsaný v tab. 5.10 Matice rizik se určí jako prostý součin úrovně dopadu D a úrovně pravděpodobnosti P .

$$R_{\tau} = D_{\tau} \cdot P_{\tau} \quad (5.2)$$

Tab. 5.9 Třída rizika R

Stupeň	Bodová hodnota	Popis rizika
1	(1 až 3)	Zanedbatelné
2	(4 až 7)	Marginální
3	(8 až 12)	Nízké
4	(14 až 20)	Akceptovatelné
5	(20 až 25)	Tolerovatelné
6	(28 až 42)	Nepříjemné

Tento postup je nutné aplikovat na všechna potenciální nebezpečí a nebezpečné situace. Na základě tab. 5.10 Matice rizik se vytvoří ucelený přehled o hrozících nebezpečích a jejich následcích. Dále pak slouží ke stanovení priorit pro přijetí bezpečnostních opatření.

Tab. 5.10 Matice rizik

		Dopad nežádoucí události <i>D</i>					
		Nepatrný	Velmi nízký	Nízký	Střední	Vysoký	Velmi vysoký
Pravděpodobnost <i>P</i>	Index	1	2	3	4	5	6
Nepatrná	1	1	2	3	4	5	6
Velmi nízká	2	2	4	6	8	10	12
Nízká	3	3	6	9	12	15	18
Střední	4	4	8	12	16	20	24
Vysoká	5	5	10	15	20	25	30
Velmi vysoká	6	6	12	18	24	30	36
Téměř jistá	7	7	14	21	28	35	42

5.2.5 Vymezení rizikové pozice systému

Mějme rizikovou pozici systému, definujme ji jako zranitelnost neboli součin pravděpodobností P_y a dopadů nežádoucích událostí D_x . Zranitelnost je jedinečným parametrem obsahující údaj o hodnotě rizika potenciálního nebezpečí či nebezpečné situace ohraničené již zmíněnou pravděpodobností a dopadem nežádoucí události. Hlavní rozdíl mezi kvalitativním a semi kvantitativním hodnocením rizik spočívá ve vyčerpávajícím intervalu podmínek pravděpodobnosti. Neméně také tím, že zranitelnost musí být exaktně popsána slovními termíny pro každou úroveň, aby nedošlo k záměně v jednoznačnosti tvrzení o její úrovni.

5.3 Zhodnocení přínosu jednotlivých metodik

Přínos jednotlivých metodik se liší v několika aspektech. Zásadními aspekty výběru optimální metodiky pro určení rizik je její výsledná cena a čas zpracování. Stanovení rizik lze provést důkladným kvantitativním způsobem s konkrétními výpočty jednotlivých částí systému. Dále zjednodušeným semi kvantitativním způsobem, který vychází z kvantitativního hodnocení rizik, ale s výstupy obecného charakteru blízcími se kvalitativnímu hodnocení rizik. V poslední řadě lze rizika stanovit kvalitativním způsobem hodnocení, které zjednodušenou formou stanoví obecná kritéria pro odstranění rizik. Pro hlubší porozumění a srovnání všech aspektů jednotlivých metodik je nutné nastudovat definice metodik uvedené na počátku kapitoly 5 Návrh variantních metodik a jejich pilotní ověření v provozu, zhodnocení.

Základní srovnání jednotlivých metod

Kvalitativní

Výhody

- Nižší cena
- Rychlé provedení
- Okamžitá identifikace nebezpečí

Nevýhody

- Neposkytuje charakteristiky nebezpečí a dopadu
- Určení kvalifikovaným odhadem

Semi kvantitativní

Výhody

- U systémů, kde ještě nebyla realizována analýza rizik
- Rozšířené výstupy kvalitativního charakteru

Nevýhody

- Nižší přesnost a spolehlivost
- Numerický výstup nevyjadřuje skutečnou velikost následků nebo pravděpodobnosti

Kvantitativní

Výhody

- Numerický výstup pravděpodobnosti a následku
- Celkové posouzení problému

Nevýhody

- Vysoká cena
- Zdlouhavé provedení
- Závislost na přesnosti vstupních dat

6 Zpracování a editace optimální varianty metodiky.

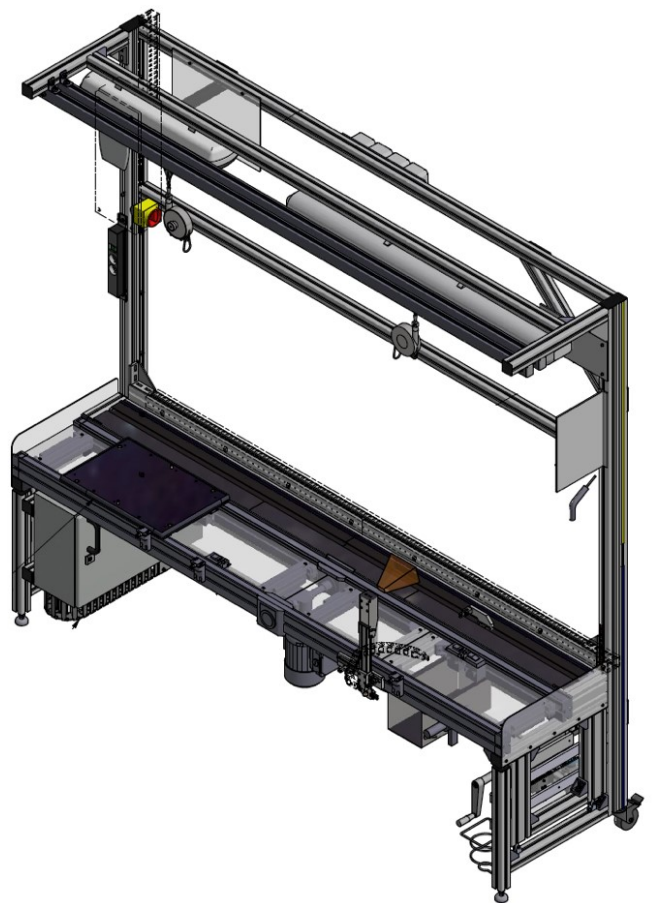
Na základě zpracování variantních metodik, a přístupů k hodnocení rizik je optimální variantou pro hodnocení rizik zvolen kvalitativní přístup. Kvalitativní metodu mohou pracovníci ve střední firmě využít pro vlastní potřeby řízení rizik v jednotlivých provozech a dále tak rozvíjet bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovišti. Proces prevence rizik je pravidelný, každý rok musí být provedena revize identifikovaných rizik na pracovišti viz kapitola 3.1 Proces prevence rizik. Kvalitativní metoda se nabízí pro rychlé a finančně méně náročné řešení hodnocení rizik pracovních strojů a nástrojů, které firma může navrhovat v rámci svého odborného zaměření. Tento přístup je také následujícím příkladem. Přehledný příklad hodnocení rizik kvalitativní metodou je zpracován pro navrženou pracovní stanici.

6.1 Příklad využití kvalitativní metody pro hodnocení rizik

Hodnocení rizik s využitím kvalitativní metody je široký pojem obsahující několik přístupů k provedení hodnocení, jejichž výčet je uveden v kapitole 5.1. Kvalitativní hodnocení rizik. Zde je využita kvalitativní metoda rozvinutá o dva faktory mající vliv na přesnost hodnocení. Doplnujícími faktory jsou doba vystavení nebezpečí, resp. četnost a možnost vyhnout se nebezpečí. Tyto faktory vyplývají z určení požadované úrovně vlastností PL_r .

Pro účely zpracování kvalitativního hodnocení rizik mějme pracovní stanici sestávající z automatizovaného transferového systému.

Transferový systém sestává z dopravníku s kluznými řemeny, montážním přípravkem pohybujícím se na dopravníku, elektro rozváděči s řídicím systémem a dalšími nástroji určenými pro práci na stanici. Model stanice je vyobrazen na obr. 6.1 Pracovní stanice s transferovým systémem.



Obr. 6.1 Pracovní stanice s transferovým systémem

6.1.1 Postup hodnocení rizik

- Určení sledovaného systému

Sledovaný systém se skládá z prostoru samostatně stojící pracovní stanice, kterou může obsluhovat pouze jedna osoba. Po zevrubné rozvaze o způsobu obsluhy stanice dle doporučení výrobce jsou sledovanými místy prostor automatizovaného dopravníku poháněný asynchronním motorem umístěným pod dopravníkem, montážním přípravkem, rozváděčovými skříněmi s řídicím systémem a operačním panelem a prostorem fixního čtecího zařízení.

Přehled sledovaných prostorů

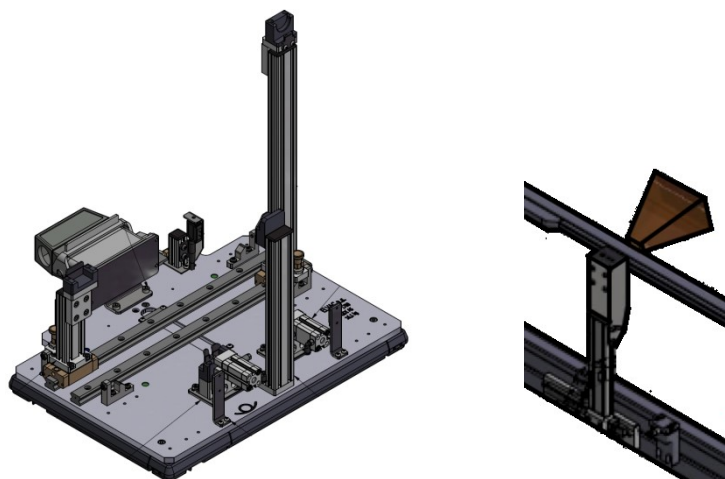
- 1) Prostor dopravníku s kluznými řemeny
- 2) Prostor rozváděčů a motoru
- 3) Prostor montážního přípravku
- 4) Prostor fixního čtecího zařízení



Obr. 6.2 Prostor dopravníku s kluznými řemeny



Obr. 6.3 Prostor rozváděčů a motoru



Obr. 6.4 Prostor montážního přípravku a fixního čtecího zařízení

- Identifikace možného nebezpečí

V této části hodnocení rizik je nutné pečlivě identifikovat všechna možná nebezpečí hrozící ve sledovaných prostorech. Pro každý sledovaný prostor zavádíme samostatnou tabulku určenou k odhadu rizika. V tabulce bude uvedeno číslo nebezpečí, nebezpečný prostor, a především nebezpečná situace hrozící při práci v daném prostoru.

Identifikace možného nebezpečí se provádí zodpovězením následujících kritérií:

- 1) Nalezení zdroje nebezpečí či nebezpečné situace
- 2) Identifikace cíle, který může být poškozen
- 3) Jakým způsobem může dojít k poškození

Tab. 6.1 Identifikace rizik

Číslo nebezpečí:	1	Číslo nebezpečí:	2
Nebezpečný prostor:	Prostor dopravníku s klznými řemeny	Nebezpečný prostor:	Prostor rozváděče a motoru
Nebezpečná situace:	Zachycení, tření, odření řemenem	Nebezpečná situace:	Úraz elektrickým proudem - živé části
Číslo nebezpečí:	3	Číslo nebezpečí:	4
Nebezpečný prostor:	Prostor montážního přípravku	Nebezpečný prostor:	Prostor fixního čtecího zařízení
Nebezpečná situace:	Pořezání od ostrých hran	Nebezpečná situace:	Úraz způsobený střížnou hranou při pohybu montážního přípravku

- Ocenění nalezených nebezpečných situací.

Po identifikaci všech existujících nebezpečí ve sledovaných prostorách má každé nebezpečí či nebezpečná situace samostatnou tabulku pro odhad rizika. V rámci optimalizace vybrané metody hodnocení rizik jsou stávající kritéria pro odhad rizik, jímž jsou závažnost a pravděpodobnost nebezpečí rozšířena o další vhodná kritéria četnost a doba vystavení a možnost vyloučení nebezpečí. Odhad rizika nyní sestává ze čtyř proměnných, které dohromady tvoří třídu rizika R . Posouzení nebezpečí musí být provedeno tak, aby postihlo všechny potenciální následky, které mohou nastat. Nastat mohou situace, kdy jedno nebezpečí způsobí více poškození, úrazů nebo jejich kombinaci.

Parametry tříd závažnosti Z pravděpodobnosti P jsou uvedeny v kapitole 5.1.3 Ocenění nalezených nebezpečných situací. Parametry nově zavedených pojmů četnost a doba vystavení a dále možnost vyloučení nebezpečí sestávají vždy ze tří stupňů. Definujme třídy četnost a doba vystavení nebezpečí \check{C} a možnost vyloučení M .

Tab. 6.2 Třída četnosti a doby vystavení \check{C}

Stupeň	Četnost a doba vystavení	Bodová hodnota	Popis
1	Zřídka	1	Zřídka může dojít k vystavení a doba je přechodná
2	Občas	2	Občas dochází k vystavení a doba může být přechodná až častá
3	Často	3	Často dochází k vystavení a doba může být dlouhodobého charakteru

Tab. 6.3 Třída možnosti vyloučení M

Stupeň	Možnost vyloučení	Bodová hodnota	Popis
1	Možné	1	Vyloučení nebezpečí je možné
2	Zřídka možné	2	Vyloučení nebezpečí je možné pouze zřídka
3	Sotva možné	3	Vyloučení nebezpečí je téměř nemožné

Výsledné ocenění nalezených rizik třída rizika R se nyní vypočítá jako prostý součin tříd závažnosti Z , četnosti a doby vystavení \check{C} , možnosti vyloučení M a pravděpodobnosti P .

$$R = Z \cdot \check{C} \cdot M \cdot P \quad (6.1)$$

Při optimalizaci vybrané metody pro hodnocení rizik také došlo ke sloučení bodu ohodnocení nalezených nebezpečných situací a ocenění nalezených nebezpečných situací. Výsledná třída rizika R vypočítaná rovnicí (6.1) je uvedena v tab. 6.4 Ocenění nalezených nebezpečných situací č. 1 – krok 1 jako hodnota velikosti rizika. Sledovanou hodnotou výsledného rizika je pak hranice přijatelnosti, která je stanovena na hodnotu 23. Maximální hodnota velikosti rizika je u této metody 108. Zpracovaný příklad hodnocení rizika č. 1 je přílohou III diplomové práce.

Tab. 6.4 Ocenění nalezených nebezpečných situací č. 1 – krok 1

Riziko:	Závažnost nebezpečí:	3	Velikost rizika
	Četnost a doba vystavení nebezpečí:	2	24
	Možnost vyloučení nebezpečí:	2	
	Pravděpodobnost výskytu nebezpečí:	2	
			Nepřijatelné riziko

Dle výsledné hodnoty velikosti rizika následuje rozhodnutí o tom, zda přijmout bezpečnostní opatření pro odstranění rizik a případně jaká bezpečnostní opatření či doporučení to budou. Bezpečnostní opatření musí být takového charakteru, aby eliminovalo možnost vzniku nebezpečné situace nebo omezila rizika na přijatelnou míru zbytkového rizika.

- Návrh opatření k odstranění či omezení rizik

Návrh opatření k odstranění či omezení rizik vzejde z tab. 6.4 Ocenění nalezených nebezpečných situací č. 1 – krok 1. Návrh opatření lze stanovit pouze po provedení veškerých předchozích kroků.

Způsoby odstranění či snížení rizika

- 1) Opatření zabudované v konstrukci
- 2) Bezpečnostní ochranné a dodatečné opatření
- 3) Informací o používání.

Opatření zabudované v konstrukci

Prvotní návrh opatření by mělo být opatření zabudované v konstrukci. Nebezpečné situaci č. 1 zachycení, tření, odření řemenem lze předcházet použitím hladkého materiálu. Po návrhu opatření proběhne opětovné hodnocení rizika. Toto riziko je nyní označováno za snížené riziko po opatření. Dle výsledné hodnoty rizika následuje opět rozhodnutí, zda přijmout opatření pro odstranění rizika nebo je riziko dostatečně sníženo či eliminováno.

Tab. 6.5 Návrh opatření k odstranění či omezení rizika č. 1 – krok 2

Opatření zabudovaná v konstrukci:	Použit řemen z hladkého materiálu, s hladkou hranou		
Snížené riziko po opatření:	Závažnost nebezpečí:	2	Velikost rizika
	Četnost a doba vystavení nebezpečí:	2	16
	Možnost vyloučení nebezpečí:	2	
	Pravděpodobnost výskytu nebezpečí:	2	
			Přijatelné riziko

Návrh opatření ve formě použití řemene z hladkého materiálu znamená, že snížené riziko po opatření má hodnotu 16. Opatření tedy vyhovuje bezpečnostním požadavkům, nicméně existuje možnost relativně jednoduchého a cenově přijatelného řešení k dalšímu snížení rizika ve formě doplnění bezpečnostního ochranného a dodatečného opatření. Opatření bude realizováno dodáním krytů na prostor řemenu dopravníku tak, aby nebyl možný kontakt s hranou řemenu.

Tab. 6.6 Návrh opatření k odstranění či omezení rizika č. 1 – krok 3

Bezpečnostní ochranná a dodatečná opatření:	Dodání krytů tak, aby nebyl možný kontakt s hranou řemenu		
Snížené riziko po opatření:	Závažnost nebezpečí:	2	Velikost rizika
	Četnost a doba vystavení nebezpečí:	2	8
	Možnost vyloučení nebezpečí:	1	
	Pravděpodobnost výskytu nebezpečí:	2	
			Přijatelné riziko

Návrh opatření ve formě dodání krytů znamená, že snížené riziko po opatření má hodnotu 8. Toto opatření vyhovuje bezpečnostním požadavkům a dále snižuje velikost rizika. Povinností dodavatele pracovních strojů je vypracovat návod k obsluze, ve kterém je dobré upozornit na možná nebezpečí vyplývající z používání stroje, proto bude na nebezpečí upozorněno v návodu k obsluze. Upozornění na nebezpečí je ve formě informace pro používání, kdy obsluze může hrozit nebezpečí od pohyblivých částí stroje. Tabulka uvádí hodnotu zbytkového rizika, která je v tomto případě na hodnotě 2, jelikož závažnost možného nebezpečí zůstává na stejné hodnotě.

Tab. 6.7 Návrh opatření k odstranění či omezení rizika č. 1 – krok 4

Informace pro používání:	Informace v návodu k obsluze - nebezpečí od pohyblivých částí		
Zbytkové riziko:	Závažnost nebezpečí:	2	Velikost rizika
	Četnost a doba vystavení nebezpečí:	1	2
	Možnost vyloučení nebezpečí:	1	
	Pravděpodobnost výskytu nebezpečí:	1	
			Přijatelné riziko

- Pravidelné hodnocení rizik

Po návrhu a aplikaci každého bezpečnostního opatření je nutné brát v úvahu, že každé opatření či změna pracovního postupu může při odstranění rizika vytvořit rizika jiná, proto je důležité po návrhu bezpečnostního opatření podrobit technologii opětovnému zhodnocení. Hodnocení rizik je dále vyžadováno dle bodů uvedených v kapitole 5.1.6 Pravidelné hodnocení rizik.

- Zavedení opatření pro snížení a eliminaci zjištěných rizik

Zjištěná rizika budou zavedením příslušných bezpečnostních opatření snížena či eliminována na stanovenou úroveň. Současně s jejich zavedením bude proveden čtyř fázový postup uvedení opatření do praxe, který sestává ze seznámení s výsledky, školením zaměstnanců, kontrolou zavedené praxe a školením externích osob.

Výsledky hodnocení rizik musí být prezentovány příslušným pracovníkům, kteří se musí seznámit s přijatými bezpečnostními opatřeními. Tito pracovníci následně provádí školení zaměstnanců a jejich vedoucích o možných rizicích při práci s technologií. Každá technologie musí pravidelně projít kontrolou zavedené praxe. Účelem kontroly je dodržování bezpečnosti práce a způsobu práce. Posledním bodem je školení externích osob pohybujících se na pracovišti, kteří musí být prokazatelně seznámeni s možnými riziky, vyplývajícími z práce s danou technologií.

7 Závěr

Diplomová práce se zabývá studiem problematiky, optimální metodiky pro určení rizik a bezpečnost práce s využitím platné legislativy a odborné literatury. Nejprve je teoreticky rozebrán smysl zpracování metodik a analýz pro určení rizik. Zejména kvůli obecnému tlaku na zvyšování bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Mezi hlavní důvody patří snaha o snižování pracovních úrazů ať už s následkem smrti či bez něj a také z pohledu škod na majetku. Dále je v diplomové práci rozvedena problematika současného legislativního rámce České republiky. Především důležitého zákona č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů. Zákon určuje základní požadavky na výrobky a udává směr pro pozdější předpisy týkající se bezpečnosti výrobků. V diplomové práci je definován pojem stanovený výrobek. Pro stanovené výrobky musí být provedeno posouzení shody, jelikož se jedná o výrobky představující zvýšenou míru ohrožení oprávněného zájmu. Také jsou zde vymezeny pojmy jako bližší požadavky na provoz a požadavky na pracoviště. Bližší požadavky na provoz vymezují činnosti spojené s používáním zařízení a určují minimální požadavky na jejich bezpečný provoz na základě místního provozního bezpečnostního předpisu. Předpis stanoví systém bezpečné práce a podmínky práce na základě vyhodnocení rizik v případě chybějící průvodní dokumentace zařízení v provozu.

V následující kapitole jsou stanoveny základní, ale i rozšířené požadavky na určení rizik ve střední firmě. Velikost firmy je poměrně zásadním faktorem, jelikož firma střední velikosti má zcela jiné požadavky, resp. na takovou firmu jsou kladeny zcela jiné požadavky než na jednotlivce či velké korporace. Práce pojednává o hodnocení rizik v provozu firmy názorně zpracovaným protokolem s hodnocením rizik na provozu výroby rozváděčů. Ve střední firmě je určena osoba vedoucího pracovníka zodpovídající za realizaci řízení rizik, tzn. zodpovídá za seznam rizik, pověřených zaměstnanců a kontrolou těchto činností. Na předchozí část o studiu problematiky s využitím legislativy a odborné literatury úzce navazuje rozbor směrnic a pokynů pro stanovení rizik a bezpečnost práce, což je kapitola věnující se důkladnému rozboru technických norem zabývajících se funkční bezpečností a bezpečností jako takovou. Zásadním dokumentem pro techniky zabývajících se bezpečností je technická norma ČSN EN ISO 12100 Bezpečnost strojních zařízení. Na základě mé práce usuzuji, že tuto technickou normu by měl znát každý projektant a konstruktér, protože určuje základní zásady pro konstrukci strojní zařízení. Přehled obecně důležitých technických norem pro určení a hodnocení rizik uvádí tabulka níže.

Tab. 4.1 Technické normy určující bezpečnostní požadavky

ČSN EN ISO 12100-1	Bezpečnost strojních zařízení – Základní pojmy, všeobecné zásady pro konstrukci – Část 1: Základní terminologie, metodologie
ČSN EN ISO 13849-1	Bezpečnost strojních zařízení – Bezpečnostní části ovládacích systémů – Část 1: Všeobecné zásady pro konstrukci
ČSN EN 61508-5	Funkční bezpečnost elektrických / elektronických / programovatelných elektronických zařízení souvisejících s bezpečností Část 5: Příklady metod určování úrovně integrity bezpečnosti

V rámci těchto požadavků je zpracován návrh variantních metodik a jejich pilotní ověření v provozu. V diplomové práci jsou navrženy tři přístupy k hodnocení rizik. Jedná se o kvalitativní, semi kvantitativní a kvantitativní přístup. Na základě bližšího posouzení aspektů jednotlivých přístupů jsou zpracovány postupy pro vyhotovení dvou metod. Zpracovanými metodami jsou kvalitativní a semi kvantitativní přístup k hodnocení rizik. Třetí přístup kvantitativního hodnocení není rozebrán vzhledem ke způsobu provedení a požadavkům na vstupní data ve formě matematické spolehlivosti jednotlivých prvků v systému.

Rozdíly v postupu hodnocení rizik užitím kvalitativní a semi kvantitativní metody

Kvalitativní	Semi kvantitativní
<ul style="list-style-type: none"> • Určení sledovaného systému • Identifikace možného nebezpečí • Ocenění nalezených nebezpečných situací. • Ohodnocení nalezených nebezpečných situací • Návrh opatření k odstranění či omezení rizik • Pravidelné hodnocení rizik • Zavedení opatření pro snížení a eliminaci zjištěných rizik 	<ul style="list-style-type: none"> • Úroveň pravděpodobnosti vzniku • Úroveň dopadu • Úroveň expozice • Matice rizika • Vymezení rizikové pozice systému

Podstatným bodem diplomové práce je zpracování a editace optimální varianty metodiky s využitím příkladu z praxe ve formě pracovní stanice s transferovým systémem. Optimalizovaná varianta může sloužit jako podklad pro reálná hodnocení rizik v praxi. Zpracováním variantních metodik, a přístupů k hodnocení rizik je optimální variantou zvoleno kvalitativní hodnocení rizik. Metoda je touto prací rozvinutá o dva faktory mající vliv na přesnost hodnocení. Doplňujícími faktory jsou doba vystavení nebezpečí, resp. četnost a možnost vyhnout se nebezpečí. Při optimalizaci metody došlo také ke sloučení bodů ohodnocení nalezených nebezpečných situací a ocenění nalezených nebezpečných situací. Praktická ukázka demonstruje postup pro určení několika druhů rizik u různých prostorů a také způsob jejich odstraňování. Sledovanou hodnotou výsledného rizika je hranice přijatelnosti, která je stanovena na hodnotu 23. Maximální hodnota velikosti rizika je u této metody 108. Účelem hodnocení rizik je určit rizika, ocenit je, navrhnout opatření na jejich snížení či eliminaci a posoudit jejich účinnost v praxi.

Zhodnocení diplomové práce z pohledu dalšího vývoje tématu je následující. Diplomová práce pojednává o velmi širokém tématu bezpečnosti, které je v současné době aktuální a je potřebné jej neustále rozvíjet. Přes dostatek podkladů ve formě technických norem a zákonů či nařízení vlád se jedná o téma poměrně náročné na zkušenosti a výstup analýz a hodnocení rizik je náročnou prací. Z toho vyplývá možnost dalšího rozvoje práce akademickým i ryze profesním směrem.

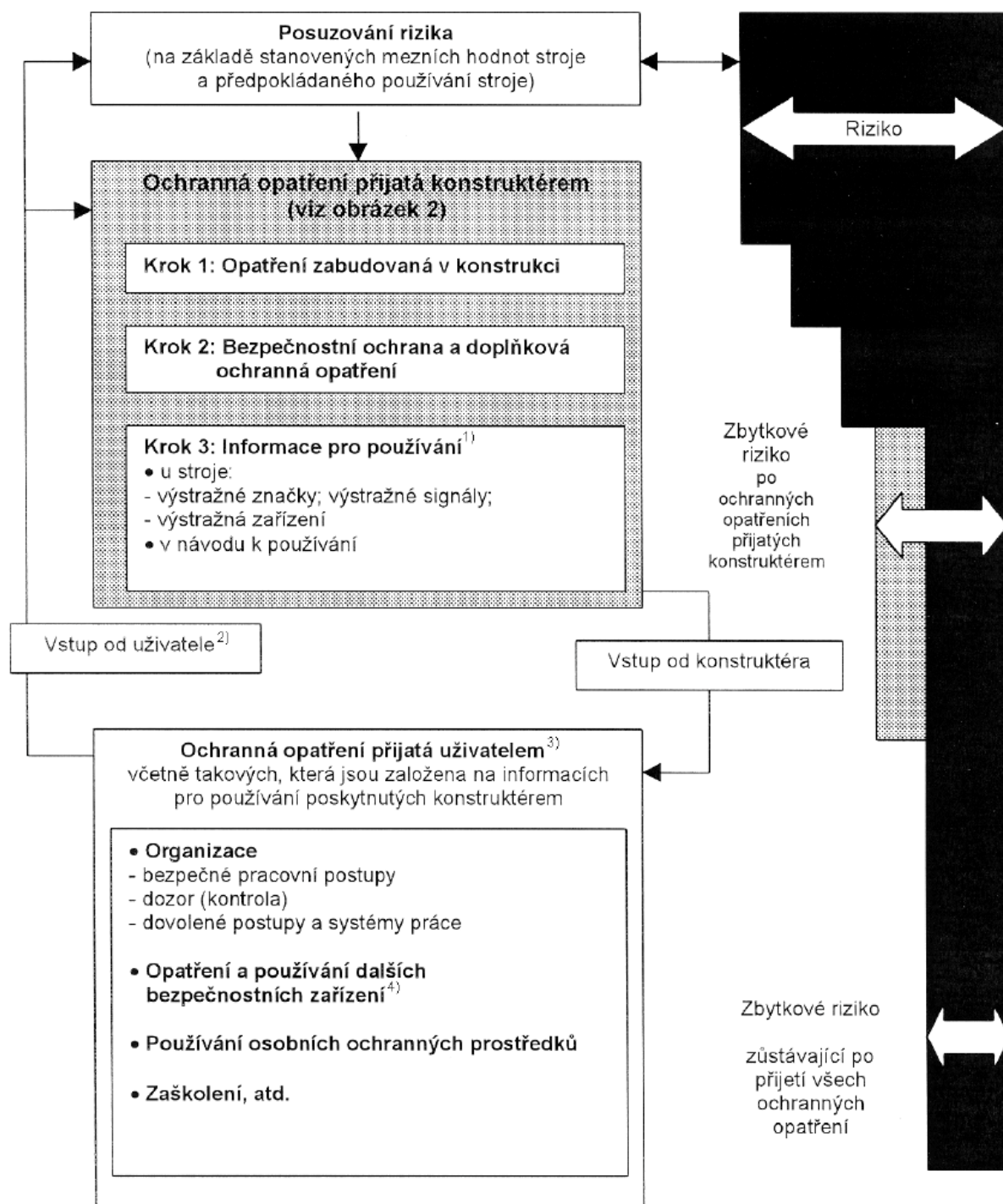
Literatura

- [1] ČESKÁ REPUBLIKA, Zákon č. 22: o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů., 1997. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra.
- [2] ČESKÁ REPUBLIKA, Zákon č. 102: o obecné bezpečnosti výrobků a o změně některých zákonů (zákon o obecné bezpečnosti výrobků)., 2001. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra.
- [3] ČESKÁ REPUBLIKA, Nařízení vlády č. 176: o technických požadavcích na strojní zařízení., 2008. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra.
- [4] ČESKÁ REPUBLIKA, Nařízení vlády č. 378: kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí., 2001. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra.
- [5] LUCEMBURSKO, Úřední věstník Evropské unie: L 187, 2014. Praha: Úřad pro publikace Evropské unie.
- [6] ČSN EN ISO 12100 - 1 Bezpečnost strojních zařízení: Část 1: Základní pojmy, všeobecné zásady pro konstrukci, 2004. Praha: Český normalizační institut.
- [7] ČSN EN ISO 13849 - 1 Bezpečnost strojních zařízení – Bezpečnostní části ovládacích systémů: Část 1: Všeobecné zásady pro konstrukci, 2017. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- [8] Funkční bezpečnost: Předpisy a normy, 2015. Siemens.
- [9] ČSN EN 61508 - 4 Funkční bezpečnost elektrických/elektronických/programovatelných elektronických systémů souvisejících s bezpečností: Část 4: Definice a zkratky, 2002. Praha: Český normalizační institut.
- [10] ČSN EN 61508 - 5 Funkční bezpečnost elektrických/elektronických/programovatelných elektronických systémů souvisejících s bezpečností: Část 5: Příklady metod určování úrovně integrity bezpečnosti, 2002. Praha: Český normalizační institut.
- [11] BOŽEK, František, 2015. Řízení rizik. Brno: Univerzita obrany, Fakulta vojenského leadershipu.
- [12] ČSN OHSAS 18001 Systémy managementu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci: Požadavky, 2008. Praha: Český normalizační institut.
- [13] Zpráva o pracovní úrazovosti v České republice., 2018. www.suip.cz [online]. Opava: Státní úřad inspekce práce [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <http://www.suip.cz/files/suip-daeb2e5b66a8127ff6e7c18f90d66135/zprava-o-pracovni-urazovosti-v-cr-v-roce-2017.pdf>

Seznam příloh

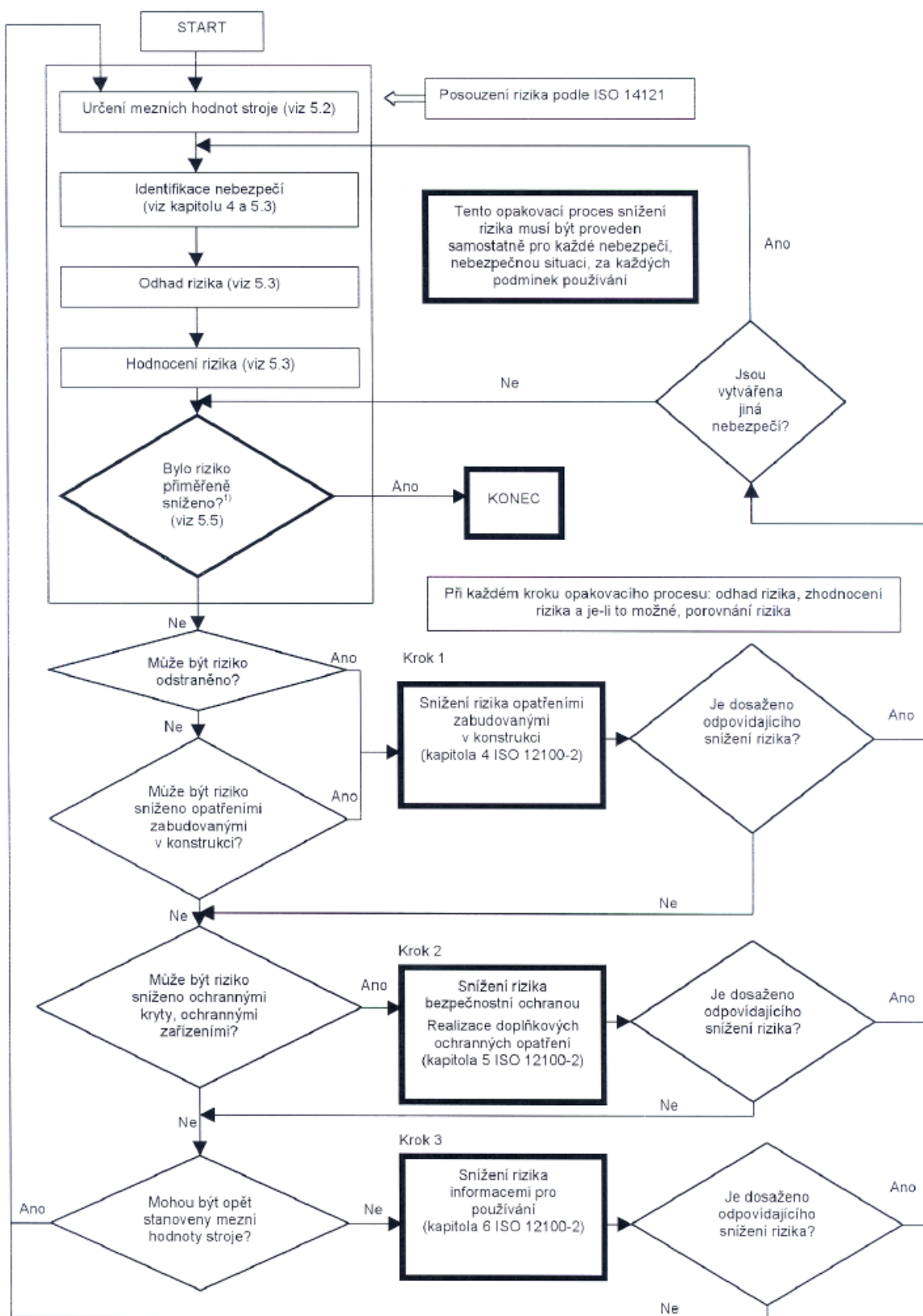
- I. Proces snižování rizika z pohledu konstruktéra
- II. Schématické znázornění opakovací metody tří kroků procesu snižování rizika
- III. Formulář hodnocení rizik

I. Proces snižování rizika z pohledu konstruktéra



[6]

II. Schématické znázornění opakovací metody tří kroků procesu snižování rizika



[6]

III. Formulář hodnocení rizik

Odhad rizika			
Číslo nebezpečí:	1		
Nebezpečný prostor:	Prostor dopravníku s kluznými řemeny		
Nebezpečná situace:	Zachycení, tření, odření řemenem		
První krok	Ocenění nalezených nebezpečných situací		
Riziko:	Závažnost nebezpečí:	3	Velikost rizika
	Četnost a doba vystavení nebezpečí:	2	24
	Možnost vyloučení nebezpečí:	2	
	Pravděpodobnost výskytu nebezpečí:	2	
			Nepřijatelné riziko
Druhý krok	Návrh opatření k odstranění či omezení rizik		
Opatření zabudovaná v konstrukci:	Použit řemen z hladkého materiálu, s hladkou hranou		
Snížené riziko po opatření:	Závažnost nebezpečí:	2	Velikost rizika
	Četnost a doba vystavení nebezpečí:	2	16
	Možnost vyloučení nebezpečí:	2	
	Pravděpodobnost výskytu nebezpečí:	2	
			Přijatelné riziko
Třetí krok	Návrh opatření k odstranění či omezení rizik		
Bezpečnostní ochranná a dodatečná opatření:	Dodání krytů tak, aby nebyl možný kontakt s hranou řemenu		
Snížené riziko po opatření:	Závažnost nebezpečí:	2	Velikost rizika
	Četnost a doba vystavení nebezpečí:	2	8
	Možnost vyloučení nebezpečí:	1	
	Pravděpodobnost výskytu nebezpečí:	2	
			Přijatelné riziko
Čtvrtý krok	Návrh opatření k odstranění či omezení rizik		
Informace pro používání:	Informace v návodu k obsluze - nebezpečí od pohyblivých částí		
Zbytkové riziko:	Závažnost nebezpečí:	2	Velikost rizika
	Četnost a doba vystavení nebezpečí:	1	2
	Možnost vyloučení nebezpečí:	1	
	Pravděpodobnost výskytu nebezpečí:	1	
			Přijatelné riziko
Opatření jsou účinná:	Ano		

Odhad rizika			
Číslo nebezpečí:	2		
Nebezpečný prostor:	Prostor rozváděče a motoru		
Nebezpečná situace:	Úraz elektrickým proudem - živé části		
První krok	Ocenění nalezených nebezpečných situací		
Riziko:	Závažnost nebezpečí:	4	Velikost rizika
	Četnost a doba vystavení nebezpečí:	3	108
	Možnost vyloučení nebezpečí:	3	
	Pravděpodobnost výskytu nebezpečí:	3	
			Nepřijatelné riziko
Druhý krok	Návrh opatření k odstranění či omezení rizik		
Opatření zabudovaná v konstrukci:	Základní a přídatná izolace vodičů, minimální krytí prvků IP20		
Snížené riziko po opatření:	Závažnost nebezpečí:	4	Velikost rizika
	Četnost a doba vystavení nebezpečí:	3	108
	Možnost vyloučení nebezpečí:	3	
	Pravděpodobnost výskytu nebezpečí:	3	
			Nepřijatelné riziko
Třetí krok	Návrh opatření k odstranění či omezení rizik		
Bezpečnostní ochranná a dodatečná opatření:	Konstrukce dle ČSN EN 60204-1 ed.2, pravidelné kontroly		
Snížené riziko po opatření:	Závažnost nebezpečí:	4	Velikost rizika
	Četnost a doba vystavení nebezpečí:	3	24
	Možnost vyloučení nebezpečí:	2	
	Pravděpodobnost výskytu nebezpečí:	1	
			Nepřijatelné riziko
Čtvrtý krok	Návrh opatření k odstranění či omezení rizik		
Informace pro používání:	Vylepení samolepky s bleskem na rozváděč, motor a kabelový buben + informace v návodu k obsluze - práce na zařízení provádět při vypnutém hlavním vypínači		
Zbytkové riziko:	Závažnost nebezpečí:	4	Velikost rizika
	Četnost a doba vystavení nebezpečí:	3	12
	Možnost vyloučení nebezpečí:	1	
	Pravděpodobnost výskytu nebezpečí:	1	
			Přijatelné riziko
Opatření jsou účinná:	Ano		

Odhad rizika				
Číslo nebezpečí:	3			
Nebezpečný prostor:	Prostor montážního přípravku			
Nebezpečná situace:	Pořezání od ostrých hran			
První krok	Ocenění nalezených nebezpečných situací			
Riziko:	Závažnost nebezpečí:	3	Velikost rizika	
	Četnost a doba vystavení nebezpečí:	2	24	
	Možnost vyloučení nebezpečí:	2		
	Pravděpodobnost výskytu nebezpečí:	2		
			Nepřijatelné riziko	
Druhý krok	Návrh opatření k odstranění či omezení rizik			
Opatření zabudovaná v konstrukci:	Sražení hran při výrobě, zabroušení svarů			
Snížené riziko po opatření:	Závažnost nebezpečí:	1	Velikost rizika	
	Četnost a doba vystavení nebezpečí:	1	1	
	Možnost vyloučení nebezpečí:	1		
	Pravděpodobnost výskytu nebezpečí:	1		
			Přijatelné riziko	
Třetí krok	Návrh opatření k odstranění či omezení rizik			
Bezpečnostní ochranná a dodatečná opatření:				
Snížené riziko po opatření:	Závažnost nebezpečí:	1	Velikost rizika	
	Četnost a doba vystavení nebezpečí:	1	1	
	Možnost vyloučení nebezpečí:	1		
	Pravděpodobnost výskytu nebezpečí:	1		
			Přijatelné riziko	
Čtvrtý krok	Návrh opatření k odstranění či omezení rizik			
Informace pro používání:				
Zbytkové riziko:	Závažnost nebezpečí:	1	Velikost rizika	
	Četnost a doba vystavení nebezpečí:	1	1	
	Možnost vyloučení nebezpečí:	1		
	Pravděpodobnost výskytu nebezpečí:	1		
			Přijatelné riziko	
Opatření jsou účinná:	Ano	Bez zbytkového rizika		

Odhad rizika			
Číslo nebezpečí:	4		
Nebezpečný prostor:	Prostor fixního čtecího zařízení		
Nebezpečná situace:	Úraz způsobený střížnou hranou při pohybu montážního přípravku		
První krok	Ocenění nalezených nebezpečných situací		
Riziko:	Závažnost nebezpečí:	3	Velikost rizika
	Četnost a doba vystavení nebezpečí:	3	54
	Možnost vyloučení nebezpečí:	2	
	Pravděpodobnost výskytu nebezpečí:	3	
		Nepříjatelné riziko	
Druhý krok	Návrh opatření k odstranění či omezení rizik		
Opatření zabudovaná v konstrukci:	Změna umístění fixního čtecího zařízení na pohyblivý montážní přípravek		
Snížené riziko po opatření:	Závažnost nebezpečí:	1	Velikost rizika
	Četnost a doba vystavení nebezpečí:	1	1
	Možnost vyloučení nebezpečí:	1	
	Pravděpodobnost výskytu nebezpečí:	1	
		Příjatelné riziko	
Třetí krok	Návrh opatření k odstranění či omezení rizik		
Bezpečnostní ochranná a dodatečná opatření:			
Snížené riziko po opatření:	Závažnost nebezpečí:	1	Velikost rizika
	Četnost a doba vystavení nebezpečí:	1	1
	Možnost vyloučení nebezpečí:	1	
	Pravděpodobnost výskytu nebezpečí:	1	
		Příjatelné riziko	
Čtvrtý krok	Návrh opatření k odstranění či omezení rizik		
Informace pro používání:			
Zbytkové riziko:	Závažnost nebezpečí:	1	Velikost rizika
	Četnost a doba vystavení nebezpečí:	1	1
	Možnost vyloučení nebezpečí:	1	
	Pravděpodobnost výskytu nebezpečí:	1	
		Příjatelné riziko	
Opatření jsou účinná:	Ano	Bez zbytkového rizika	